

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

СПРАВОЧНИК по электрическим машинам

В двух томах

Под общей редакцией
доктора технических наук И. П. КОПЫЛОВА
и кандидата технических наук Б. К. КЛОКОВА

Том 2



ББК 31.261

С 74

УДК 621.313(035.5)

Рецензент: доктор технических наук И. Н. Орлов

Справочник по электрическим машинам: В 2 т. Т. 2/

С 74 Под общ. ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова.— М.: Энергоатомиздат, 1989.— 688 с.: ил.

ISBN 5-283-00531-3 (Т. 2)

Приведены технические данные и описаны конструкции электрических машин специального назначения. Даны основные сведения о машинах малой мощности для систем автоматики и их классификация.

Том первый Справочника, содержащий сведения об электрических машинах общего назначения и крупных машинах, вышел в 1988 г.

Для инженеров и техников, занятых эксплуатацией электрических машин и проектированием электрического оборудования различных предприятий, промышленных объектов и установок.

С 2202070100-619
051(01)-89 141-89

ББК 31.261

ISBN 5-283-00531-3 (Т. 2)

ISBN 5-283-00555-0

© Энергоатомиздат, 1989

ПРЕДИСЛОВИЕ ПО ВТОРОМУ ТОМУ

Электрические машины малой мощности и специальные электрические машины имеют множество конструктивных исполнений, отвечают разнообразным условиям эксплуатации и выпускаются десятками миллионов штук в год. До сих пор единого справочного издания, содержащего сведения о всех выпускаемых в СССР микромашинах и специальных электрических машинах, не было. В настоящем Справочнике предпринята попытка собрать технические данные таких электрических машин, выпускаемых предприятиями электротехнической промышленности СССР.

Первый том Справочника, содержащий сведения об электрических машинах общего назначения и крупных двигателях и генераторах — синхронных, асинхронных и постоянного тока, вышел в свет в 1988 г.

Во втором томе Справочника приведятся технические данные электродвигателей малой

мощности, применяющихся в системах автоматики (часть третья), и электрических машин, которые применяются на предприятиях металлургической, горной и металлообрабатывающей промышленности, на железнодорожном и морском транспорте, робототехнических комплексах, а также для привода электрифицированного инструмента и в бытовой технике (часть четвертая).

Авторы Справочника надеются, что специалисты по эксплуатации и созданию новых электромеханических систем найдут в настоящем томе все необходимые справочные данные. Все замечания и пожелания читателей авторы примут с благодарностью. Их следует посылать по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Энергоатомиздат.

*И. П. Копылов
Б. К. Кляков*

Предисловие — доктор техн. наук И. П. Копылов и канд. техн. наук Б. К. Клоков.

Раздел 11 — инж. М. П. Дорохин.

Раздел 12: § 12.1 (кроме п. 12.1.1) — инж. Ю. М. Панин; § 12.2 (кроме п. 12.2.1) — инж. В. А. Соболев; пп. 12.1.1 и 12.2.1 — инж. М. П. Дорохин.

Раздел 13: § 13.1 (кроме п. 13.1.1) — инж. В. Ч. Долидзе; § 13.2 (кроме п. 13.2.1) — инж. В. М. Суслов; пп. 13.1.1 и 13.2.1 — инж. М. П. Дорохин.

Раздел 14: § 14.1 (кроме п. 14.1.1) — инж. В. Ч. Долидзе; § 14.2 (кроме п. 14.2.1) — инж. В. М. Суслов; пп. 14.1.1 и 14.2.1 — инж. М. П. Дорохин.

Раздел 15: § 15.1 (кроме п. 15.1.1) — инж. В. В. Бекетов; § 15.2 (кроме п. 15.2.1) — канд. техн. наук В. В. Пимакин; пп. 15.1.1 и 15.2.1 — инж. М. П. Дорохин.

Раздел 16 (кроме пп. 16.1.1 и 16.2.1) — инж. В. В. Алексеев; пп. 16.1.1 и 16.2.1 — инж. М. П. Дорохин.

Раздел 17: § 17.1 — инж. В. В. Ладьяка; § 17.2 (кроме п. 17.2.1) — инж. Р. Н. Ковалев; п. 17.2.1 — инж. М. П. Дорохин.

Раздел 18 (кроме пп. 18.1.1, 18.2.1, 18.3.1 и 18.4.1) — инж. А. А. Рыжков; пп. 18.1.1, 18.2.1, 18.3.1 и 18.4.1 — инж. М. П. Дорохин.

Раздел 19 (кроме § 19.1) — инж. Ю. В. Алексеев; § 19.1 — канд. техн. наук Б. К. Клоков.

Раздел 20: § 20.1 — канд. техн. наук Б. К. Клоков; § 20.2 и 20.3 — инж. Е. Э. Пайкина; § 20.4

и 20.6 — инж. Ю. В. Алексеев; § 20.5 и 20.7 — инж. А. И. Безсмертный; § 20.8 — канд. техн. наук В. Ф. Горягин.

Раздел 21 (кроме § 21.4) — инж. Е. Э. Пайкина; § 21.4 — инж. Ю. В. Алексеев.

Раздел 22: § 22.1 и 22.6 — канд. техн. наук Б. К. Клоков; § 22.2 и 22.3 — инж. Е. Э. Пайкина; § 22.4 и 22.5 — инж. Ю. В. Алексеев.

Раздел 23 — доктор техн. наук В. А. Кожевников (пп. 23.1.2—23.1.5, 23.2.2 — совместно с доктором техн. наук Б. Ф. Токаревым).

Раздел 24 — канд. техн. наук В. Ф. Горягин, инж. Л. И. Акулышина, инж. Л. В. Скрябина, инж. Н. А. Красникова, инж. Н. С. Коробкова, инж. Е. А. Забродский.

Раздел 25: § 25.1 (кроме п. 25.1.3) — инж. Е. Э. Пайкина; п. 25.1.3 — доктор техн. наук Я. Б. Данилевич; § 25.2 — канд. техн. наук Н. Е. Асташкин; § 25.3 (кроме п. 25.3.3) — канд. техн. наук Е. Л. Фрумин; п. 25.3.3 — канд. техн. наук И. М. Эпштейн; § 25.4 — 25.6 — инж. Е. Э. Пайкина; § 25.7 — канд. техн. наук Б. К. Клоков.

Раздел 26 — канд. техн. наук Н. З. Мастяев и канд. техн. наук С. В. Акимов.

Раздел 27: § 27.1 — канд. техн. наук Б. М. Левин; § 27.2 — канд. техн. наук Б. К. Клоков; § 27.3 — канд. техн. наук Б. М. Левин и канд. техн. наук Б. К. Клоков.

Раздел 28 (кроме § 28.6) — канд. техн. наук В. А. Безрученко; § 28.6 — канд. техн. наук В. Я. Беспалов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

РАЗДЕЛ II

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

11.1. Функциональное назначение и области применения

Электрические машины мощностью до 1 кВт, получившие название электрических машин малой мощности (ЭМММ), вследствие своей специфичности выделены в классификаторах промышленной продукции в отдельную группу.

Электрические машины малой мощности отличаются от электрических машин средней и большой мощности не только массой, стоимостью производства и применения, но, главным образом, существенно большим многообразием выполняемых функций и конструктивных исполнений, особенностями применения и эксплуатации. Они выполняют задачи не только преобразования электрической

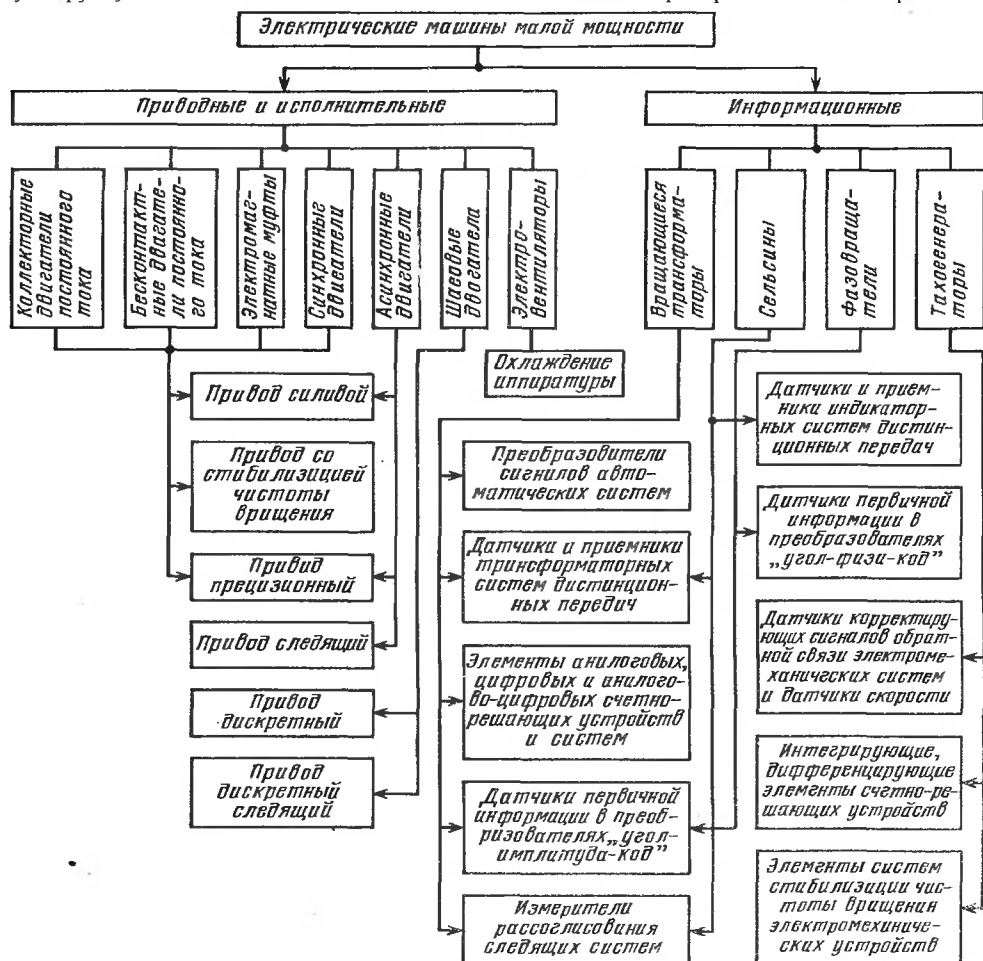


Рис. 11.1. Виды и функциональное назначение электрических машин малой мощности

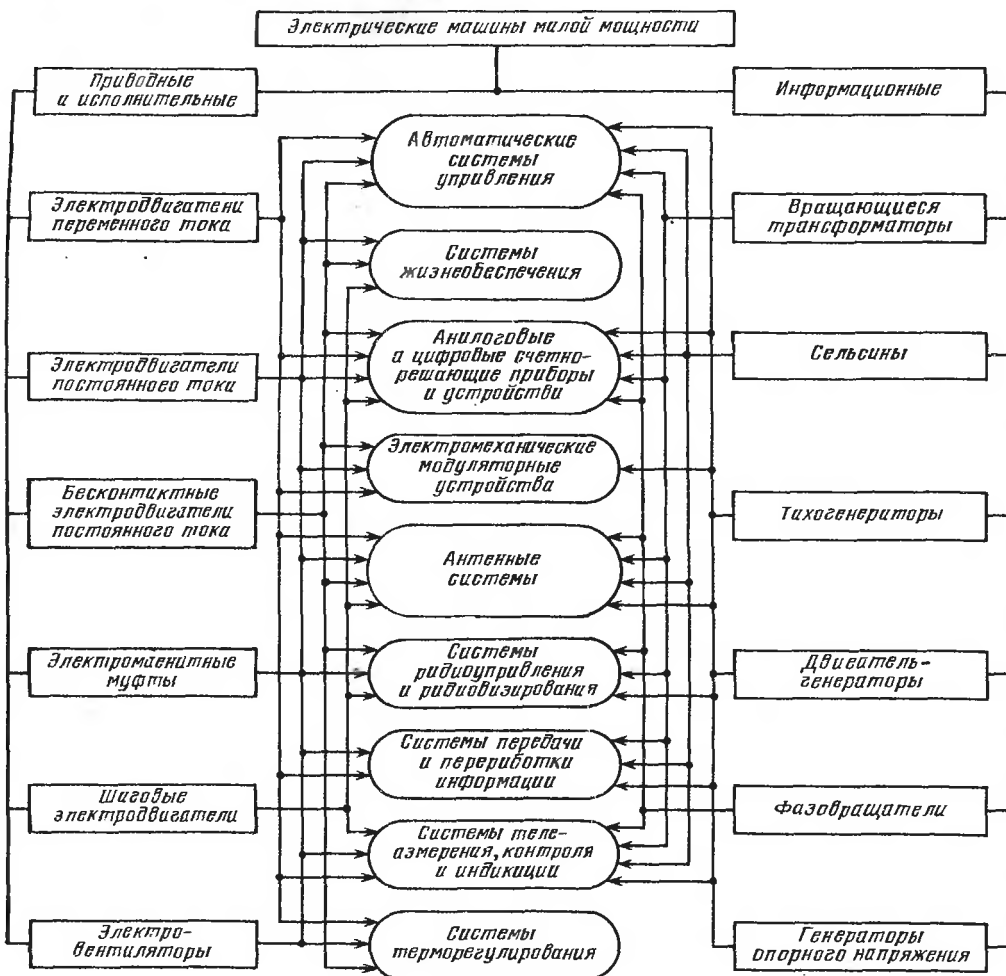


Рис. 11.2. Основные области применения электрических машин малой мощности

энергии в механическую или электрического сигнала в механическую величину (угол, угловую частоту, момент), но и обратного преобразования механической величины в электрический сигнал по определенной функциональной зависимости. Электрические машины малой мощности оказывают существенное влияние на надежность и на функциональные характеристики систем автоматики и радиоэлектронной аппаратуры, в частности на точность и быстродействие.

Виды ЭМММ, их функциональное назначение и основные области применения приведены на рис. 11.1 и 11.2.

Электрические машины малой мощности имеют свою систему нормативно-технических документов, которые регламентируют:

установочные и присоединительные размеры (ГОСТ 12126-71, ГОСТ 18709-73), термины, определения и буквенные обозначения параметров (ГОСТ 23375-78), условные обозначения видов и типов ЭМММ (ГОСТ 23264-78),

методы установления допусков на значения параметров и порядок оценки технического уровня (отраслевые стандарты), технические требования, порядок и методы контроля качества и испытаний (комплекс государственных стандартов вида «Общие технические условия»);

требования и рекомендации к выбору и применению (документы вида руководящих технических материалов).

Электрические машины малой мощности

имеют, как правило, закрытое конструктивное исполнение, рассчитанное на работу в любом положении в пространстве, длительные сроки сохраняемости. Конструкция этих машин и специфика их применения в аппаратуре исключают возможность их ремонта в процессе эксплуатации. Все ЭММ рассчитаны на работу в условиях воздействия жесткого комплекса внешних факторов (механических, климатических и др.). Они отличаются повышенной надежностью, обеспечивающейся специальной технологией изготовления и системой контроля качества.

Особенностью применения ЭММ в аппаратуре является то, что они, как правило, не дублируются, замена их требует весьма трудоемких операций, связанных с регулировкой механических соединений и электро-механических параметров.

Большинство видов ЭММ, рассматриваемых в настоящем Справочнике, рассчитано на безрегламентную эксплуатацию и хранение.

Системы параметров и характеристик большинства видов ЭММ обладают существенными особенностями по сравнению с системами параметров машин средней и большой мощности, что обусловлено в основном спецификой назначения и функционирования ЭММ. В Справочнике приводятся данные, наиболее важные для потребителей машин: электрические и электро-механические параметры, характеризующие функциональные свойства различных видов машин; данные о стойкости ЭММ к воздействию основных механических и климатических факторов, имеющее место в эксплуатации; габаритные и установочно-присоединительные размеры, масса, число фаз, схемы включения.

11.2. Методы и средства контроля параметров и характеристик электрических машин малой мощности для систем автоматики

Методы и средства контроля параметров и характеристик ЭММ при изготовлении, поставке, на входном контроле у потребителя и в условиях эксплуатации регламентируются общими техническими условиями, техническими условиями на конкретные изделия, нормативными документами по их выбору, применению и эксплуатации.

Все проверки и испытания, которые могут производиться у потребителя, можно разделить на две группы: общие для всех

видов ЭММ и видовые, присущие определенным функциональным группам ЭММ.

11.2.1. Методы проверки и контроля параметров, общие для всех электрических машин малой мощности

Общими для всех ЭММ являются контроль сопротивления и электрической прочности изоляции токоведущих цепей и обмоток машин, контроль нагрева обмоток или других частей машин, оценка возникающих при работе машин шумов и вибраций, а также радиопомех.

Проверку сопротивления изоляции токоведущих цепей и обмоток машин относительно корпусов и относительно друг друга проводят мегаомметром с напряжением 100 В для машин с напряжением питания не более 60 В и мегаомметром с напряжением 500 В для машин с напряжением питания более 60 В. Проверку электрической прочности изоляции машин проводят на испытательной установке переменного синусоидального тока частотой 50 Гц и мощностью на стороне высокого напряжения не менее 0,5 кВ·А. Испытанию подвергают каждую электрически раздельную цепь. Начальное испытательное напряжение не должно превышать $\frac{1}{3}$ полного его значения.

В зависимости от напряжения питания ЭММ устанавливаются различные значения испытательного напряжения:

Номинальное напряжение питания ЭММ $U_{\text{ном}}$, В	Испытательное напряжение (действующее значение), В
До 12	100
Свыше 12 до 27	250
Свыше 27 до 60	500
Свыше 60 до 127	700
Свыше 127 до 220	1000
Свыше 220	$1000 + 2U_{\text{ном}}$

Проверку электрической прочности изоляции проводят в нерабочем состоянии ЭММ. Испытательное напряжение при проверке электрической прочности изоляции в условиях воздействия повышенной влажности должно быть в 2 раза меньше, чем в нормальных условиях.

Оценку теплового состояния ЭММ производят, как правило, посредством измерения температуры обмоток машин методом сопротивления или, если это затруднено или невозможно, температуры других частей машин (щеткодержателей, корпуса и т. д.) с

помощью термоэлектрических преобразователей.

Сопротивление обмоток определяют при помощи измерительного моста, омметра или методом амперметра — вольтметра. Сопротивление обмоток в рабочем состоянии ЭМММ измеряют после достижения практически установившейся температуры, при отключенном напряжении питания. Если измерение сопротивления обмоток можно осуществить за время, не превышающее 3 с после отключения напряжения, сопротивление следует определять по результатам одного измерения. Температуру обмотки, °C, вычисляют по формуле

$$T = \frac{r_1 - r_x}{r_x} (K + T_x) + T_x,$$

где r_x — сопротивление обмотки в практически холодном состоянии при температуре окружающей среды T_x , Ом; r_1 — сопротивление обмотки постоянному току при практически установившейся температуре ЭМММ, Ом; K — коэффициент, равный 235 для обмоток из медных проводов и 245 из алюминиевых проводов.

Для контроля собственной вибрации и акустического шума ЭМММ нормируют, как правило, среднеквадратичный уровень звука и виброскорости. Для измерения этих параметров используют преобразователи звукового давления и вибрационного ускорения в электрический сигнал — микрофон и пьезодатчики. Сигнал, пропорциональный вибрационному ускорению, интегрируют для получения напряжения, пропорционального виброскорости, сигнал усиливают, детектируют и подают на измеритель среднеквадратичного значения напряжения. При измерении уровня звука L_A показывающий прибор шумомера градуируют в децибелах относительно условного нулевого уровня звукового давления $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па:

$$L_A = 20 \lg(p_A/p_0).$$

Это уравнение принято для оценки уровня звука, как наилучшим образом моделирующее восприятие органом слуха человека звукового давления p_A , при этом p_0 характеризует порог слышимости на частоте 1000 Гц. Измерение уровня звука производят в специальных звукоизоляционных камерах, обеспечивающих уровень фона не более 20–30 дБ. Большое значение имеет расположение микрофона относительно контролируемой машины и способ его подвески.

Для двигателей малой мощности изме-

рение L_A производят, как правило, в нескольких точках на расстоянии 1 м от контура, установленного на растяжках двигателя. За уровень звука принимают наибольшее из полученных значений.

При измерении виброскорости пьезодатчики устанавливают на корпусе двигателя в точках, где предположительно вибрационные процессы проявляются в большей степени.

По наибольшему уровню виброскорости двигателя относят к одному из восьми классов вибрации, установленных стандартами ГОСТ 16921-83 и 20832-75, соответствующих значениям виброскорости от 0,28 до 7 мм/с.

Для более детального анализа виброакустической активности двигателя производят измерения октавных и третьооктавных уровней звука, а иногда и амплитудно-частотного спектра звука или вибрации. Это возможно осуществить при помощи соответствующих фильтров и анализаторов спектра электрического сигнала.

Отечественной промышленностью выпускается ряд приборов, соответствующим набором которых можно создать метрологическое обеспечение для оценки виброакустической активности двигателей и других устройств.

К числу таких приборов относятся: измерительные микрофоны М-101, М-201 с предусилителями ПМ-1, ПМ-2; пьезоэлектрические преобразователи виброускорения ИС-312, ИС-313А, ДН-3, ДН-4; электрические фильтры ФЭ-1, ФЭ-2, ФЭ-3; измерители шума Ш-63, «Шум-1»; измерители вибрации и шума ИШВ-1, ПИ-1, СИ-1, ВШВ-003; измерители нескольких параметров вибраций СИ-2, УВ-15-66, ИВПШ, ВИА-2; анализаторы спектра СК-48, СК-56; вычислительные многоканальные анализаторы спектра СК-72, СК-71.

При работе коллекторных машин постоянного тока в результате коммутации, а также скачкообразного изменения токов в обмотках и подводящих проводах бесконтактных двигателей постоянного тока, шаговых и других машин возникают помехи по цепям питания и электромагнитные помехи в окружающем пространстве, которые мешают нормальной работе радиоприемных устройств.

Ориентировочные уровни радиопомех, возникающих при работе коллекторных и бесконтактных двигателей постоянного тока, представлены в табл. 11.1 и 11.2.

Напряжение радиопомех и напряженность поля радиопомех проверяются по ме-

Таблица 11.1. Уровень радиопомех коллекторных двигателей

Частота, мГц	0,15	0,5	2,5	20	60	150
Уровень помех по цепям питания, мВ	1000	300	60	0,3	0,2	0,01
Уровень помех по полю, мкВ	До 1000 мкВ на расстоянии 1–2 м от двигателя					

Таблица 11.2. Уровень радиопомех бесконтактных двигателей постоянного тока

Частота, мГц	0,15	0,5	1,0	3,0	30	100
Уровень помех по цепям питания, мкВ	600	150	100	20	20	10
Уровень помех по полю, мкВ	20	20	10	10	5	5

тодике, соответствующей требованиям ГОСТ 16842-82 и общесоюзных норм допускаемых промышленных радиопомех (нормы 11–76) Государственной комиссии по радиочастотам СССР.

11.2.2. Методы контроля параметров электродвигателей малой мощности, электроventилаторов и муфт

Силовые и управляемые электродвигатели плавного вращения (в отличие от шаговых) имеют много общих параметров и характеристик, так как они близки по назначению. Для этих электродвигателей дается общая система основных параметров с указанием специфичных параметров, определяющих функциональное назначение отдельных видов электродвигателей (табл. 11.3).

Для измерения частоты вращения используют в основном два способа: способ непосредственного соединения измерительного устройства частоты вращения (тахометра, тахогенератора, тахолатчика) с валом электродвигателя и стробоскопический способ, основанный на использовании стробоскопического эффекта ламп с пульсирующим световым

потокотом. Приборы для измерения частоты вращения на основе стробоскопического эффекта (стробоскопы, строботактометры) обеспечивают точность измерения, определяемую стабильностью частоты генератора световых импульсов.

Для электродвигателей с электронными регуляторами, имеющих высокую стабильность частоты вращения, измерение этого параметра целесообразно проводить с помощью цифровых частотомеров (типа ЧЗ-32, ЧЗ-29 и др.).

Электро-механическую постоянную времени электродвигателей определяют, как правило, на холостом ходу при номинальном напряжении питания. Существует ряд методов измерения электро-механической постоянной времени, заключающихся в осциллографировании изменения ускорения, частоты напряжения или тока различных датчиков, сочлененных с валом электродвигателя.

Наиболее простым и приемлемым по точности является метод, основанный на регистрации напряжения тахогенератора, сочлененного с валом испытуемого электродвигателя. Электро-механическая постоянная в этом случае определяется как $1/3$ времени от момента включения двигателя до достижения им 95 % установившейся частоты вращения. При необходимости полученное значение электро-механической постоянной может быть уточнено посредством учета момента инерции ротора тахогенератора.

Напряжение трогания проверяют на холостом ходу в нескольких различных положениях якоря (ротора) электродвигателя, плавно изменяя напряжение питания от нуля до значения, при котором вал электродвигателя начинает равномерно вращаться. Для исполнительных электродвигателей напряжения трогания определяют, плавно изменяя напряжение на обмотке управления, при но-

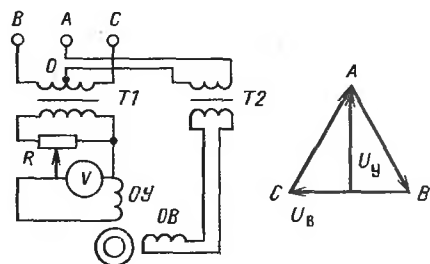


Рис. 11.3. Схема и векторная диаграмма преобразования трехфазной системы напряжений в двухфазную со сдвигом по фазе 90° : ОУ, ОБ – обмотки управления и возбуждения двигателя

Таблица 11.3. Система основных параметров электродвигателей переменного и постоянного тока

Параметр	Вид электродвигателя					
	АД	АДУ	СД	КДПТ	БДПТ	
					силовые	управляемые
Напряжение питания U , В	+	+	+	+	+	+
Напряжение управления U_y , В	—	+	—	+	—	+
Напряжение возбуждения $U_{вz}$, В	—	—	—	+	—	—
Частота напряжения f , Гц	+	+	+	—	—	—
Потребляемый ток:						
при холостом ходе I_0 , А	+	+	+	+	+	+
в номинальном режиме $I_{ном}$, А	+	+	+	+	+	+
Начальный пусковой момент $M_{пн}$, Н·м	+	+	+	+	+	—
Начальный пусковой ток $I_{пн}$, А	+	+	+	+	+	—
Кратность пускового момента k_M , отн. ед.	+	—	+	+	+	—
Кратность пускового тока k_I , отн. ед.	+	—	+	+	+	—
Напряжение трогания $U_{тр}$, В или мВ	—	+	—	+	—	+
Вращающий момент номинальный $M_{ном}$, Н·м	+	+	+	+	+	+
Момент входа в синхронизм $M_{вх}$, Н·м	—	—	+	—	—	—
Максимальный синхронизирующий момент $M_{смах}$, Н·м	—	—	+	—	—	—
Частота вращения:						
при холостом ходе n_0 , об/мин	+	+	—	+	+	+
в номинальном режиме $n_{ном}$, об/мин	+	+	—	+	+	+
синхронная n_c , об/мин	—	—	+	—	—	—
Точность стабилизации частоты вращения δ_n , %	—	—	+	+	—	+
Полезная мощность номинальная $P_{ном}$, Вт	+	+	+	+	+	+
Потребляемая мощность в номинальном режиме $P_{Iном}$, Вт	+	+	+	+	+	+
Коэффициент полезного действия η , %	+	+	+	+	+	+
Коэффициент мощности $\cos \phi$	+	+	+	—	—	—
Электромеханическая постоянная времени τ_m , с	+	+	+	+	+	+
Время разгона t_p , с	+	+	—	+	+	+
Время вхождения в синхронизм t_c , с	—	—	+	—	—	—

Примечания: 1. Знаком «+» отмечены параметры, характеризующие данный вид изделий.

2. В таблице приняты обозначения: АД — асинхронный электродвигатель; АДУ — асинхронный управляемый электродвигатель; СД — синхронный электродвигатель; КДПТ — коллекторный электродвигатель постоянного тока; БДПТ — бесконтактный электродвигатель постоянного тока.

минальном напряжении на обмотке возбуждения. За напряжение трогания принимают максимальное значение измеряемой величины.

При испытании некоторых типов управляемых асинхронных двигателей требуется наличие системы двух напряжений, сдвинутых по фазе на 90° . Для этого применяется схема, построенная на трансформаторах $T1$ и $T2$ (рис. 11.3). Схема преобразует трехфазное напряжение сети в двухфазное со сдвигом по фазе 90° , при этом

$$U_y = k_{T1} U_{AC}; \quad U_B = k_{T2} U_{CB},$$

где k_{T1} и k_{T2} — коэффициенты трансформации; U_y и U_B — напряжения управления и возбуждения.

Пусковой момент электродвигателей измеряют, как правило, при минимальном допустимом напряжении питания в ненагретом состоянии машины. Все способы измерения пусковых моментов основаны на сравнении электромеханических моментов электродвигателей малой мощности, которые могут быть получены при частоте вращения, равной нулю, с механическими моментами, создаваемыми нагрузочными устройствами. В качестве последних могут использоваться шкивы, коромысла и рычаги вместе с пружинными динамометрами и весами или определенными значениями грузов. Во избежание перегрева обмоток время нахождения электродвигателя под током при измерении пускового момента должно быть не более 1–3 с.

Крутизну механической характеристики K_M проверяют измерением частоты вращения при холостом ходе и нагрузочном моменте, равном номинальному вращающему моменту. Значение K_M рассчитывают по формуле

$$K_M = (n_0 - n_{\text{ном}}) / M_{\text{ном}},$$

где n_0 — частота вращения при холостом ходе, об/мин; $n_{\text{ном}}$ — частота вращения, об/мин, при нагрузочном моменте, равном номинальному вращающему моменту $M_{\text{ном}}$.

Асимметрию частоты вращения двигателей определяют измерением частоты вращения при правом и левом направлениях вращения при номинальных напряжениях питания и номинальном моменте нагрузки. Значение асимметрии частоты вращения, %, находят по формуле

$$A = \frac{n_{\text{пр}} - n_{\text{лев}}}{n_{\text{пр}} + n_{\text{лев}}} \cdot 100,$$

где $n_{\text{пр}}$, $n_{\text{лев}}$ — частота вращения соответственно при правом и левом направлениях вращения, об/мин.

Нелинейность регулировочной характеристики N управляемых электродвигателей проверяют в определенном диапазоне напряжений управления при номинальном нагрузочном моменте. Значение N , %, рассчитывают по формуле

$$N = \frac{n_{\text{изм}} - n_p}{n_{\text{ном}}} \cdot 100,$$

где $n_{\text{изм}} - n_p$ — наибольшая разность между фактической частотой вращения, измеренной при некотором значении напряжения управления, и частотой вращения для этого напряжения, рассчитанной по уравнению прямой линии, проходящей через точки регулировочной характеристики, соответствующие граничным значениям диапазона напряжений управления.

Потребляемый ток, потребляемую мощность и максимальный статический синхронизирующий момент шаговых двигателей (ШД) проверяют в режиме фиксированной стоянки под током. При этом ток и мощность проверяются при максимальном напряжении питания не позднее чем через 3 с после включения напряжения, статический момент $M_{\text{ст}}$ — в установившемся тепловом режиме при номинальном напряжении. На роторе ШД создают с помощью шкива и груза момент, равный $M_{\text{ст}}$, при этом ротор не должен проворачиваться.

При проверке шага α и статической погрешности отработки шагов δ_α одно из устойчивых положений ротора принимают за начало отсчета, относительно которого определяют разность между измеренным и расчетным углами поворота ротора. Измерения проводят при всех устойчивых положениях ротора в пределах оборота при холостом ходе.

Статическую погрешность δ_α , %, определяют по формуле

$$\delta_\alpha = \frac{|\delta_+| + |\delta_-|}{2\alpha} \cdot 100,$$

где $+\delta_\alpha$ — наибольшая положительная разность между измеренным и расчетным углами поворота ротора; $-\delta_\alpha$ — наибольшая отрицательная разность между измеренным и расчетным углами поворота ротора.

Номинальную причесимость ШД $f_{\text{пр.ном}}$ при пуске из состояния фиксированной стоянки под током проверяют при включении двигателя по схеме рис. 11.4. При отсутствии пропуска шагов и выбега ротор ШД должен последовательно занимать все фиксированные положения, отличающиеся друг от друга на один шаг. Контроль правильности работы ШД осуществляют путем

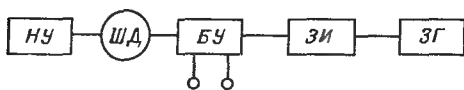


Рис. 11.4. Схема включения ШД для проверки приемистости:

НУ — нагрузочное устройство; БУ — блок управления; ЗИ — задатчик импульсов; ЗГ — задающий генератор

сравнения числа управляющих импульсов и числа отработанных шагов. Проверку максимальной приемистости ШД проводят аналогично, но без создания момента нагрузки тормозом. Статический фиксирующий момент проверяют в обесточенном состоянии с помощью моментомера или груза, подвешенного на шкив определенного диаметра.

Полная проверка аэродинамических параметров электровентиляторов (ЭВ) требует наличия сложного специального оборудования. Методы заводских аэродинамических испытаний ЭВ и методика расчета аэродинамических характеристик изложены в ГОСТ 10921-74. У потребителя целесообразно контролировать частоту вращения и потребляемый ток ЭВ обычными методами, применяемыми для контроля частоты вращения и тока электродвигателя.

Проверку максимального передаваемого момента приводных муфт проводят при заторможенном ведущем и свободном ведомом валах при помощи шкива с нитью и грузом на ведомом валу муфты. Проверку крутизны, гистерезиса и нелинейности статической характеристики проводят при максимальной частоте вращения ведущего вала и частоте вращения ведомого вала, равной нулю. Ток в обмотке управления изменяют равными ступенями от нуля до значения, равного току при максимальном напряжении управления. При каждом значении тока фиксируют значения моментов. По полученным данным строят статические характеристики $M_{ст} = f(I_y)$.

Проверку нелинейности механической характеристики индукционных муфт выполняют при максимальной частоте вращения ведущего вала. На обмотку управления подают ток, соответствующий номинальному передаваемому моменту. Ведомый вал муфты нагружают моментами от нуля до значения, при котором частота вращения ведомого вала равна нулю. Для каждого значения момента нагрузки с помощью строботометра измеряют частоту вращения ведомого вала n_2 . На основе полученных данных строят зависимость $M = f(n_2)$.

Нелинейность механической характеристики вычисляют по формуле

$$H_M = \frac{A}{M_{\max}} \cdot 100,$$

где A — значение максимального отклонения момента от прямой, соединяющей точки максимального момента $M_{\max}$ и максимальной частоты вращения $n_{\max}$.

Проверку скольжения индукционных муфт проводят при максимальной частоте вращения ведущего вала. На обмотку подают максимальное напряжение управления, а ведомый вал нагружают номинальным моментом. С помощью строботометра измеряют частоту вращения ведущего и ведомого валов и вычисляют скольжение s .

Проверку напряжения (тока) включения и отключения фрикционных муфт осуществляют при максимальной частоте вращения ведущего вала. При этом ведомый вал нагружают номинальным моментом и плавно повышают напряжение на обмотке управления до начала вращения ведомого вала.

Напряжение (ток) отключения вычисляют по показанию вольтметра (амперметра) в момент остановки ведомого вала при плавном уменьшении напряжения (тока).

Проверку электромагнитной постоянной времени муфт проводят осциллографированием процесса нарастания тока в обмотке после включения напряжения управления. Постоянную времени определяют в точке осциллограммы переходного процесса, в которой ток управления составляет 0,63 установившегося значения.

11.2.3. Методы и средства контроля параметров информационных электрических машин

В устройствах автоматики и вычислительной техники широкий круг функциональных преобразований информации, представляемой в виде электрических и механических величин, осуществляется с использованием информационных электрических машин (ИЭМ). В основе системы параметров ИЭМ лежит комплекс параметров, определяющих точностные возможности ИЭМ с учетом основных и дополнительных погрешностей (табл. 11.4). Наряду с параметрами, определяющими качество функциональных преобразований, система параметров ИЭМ содержит также совокупность показателей, определяющих возможность их сопряжения между собой и с другими элементами аппаратуры.

Основными методами контроля параметров ИЭМ являются методы непосредственного и косвенного измерения, а для

Таблица 11.4. Система основных параметров ИЭМ

Параметр	Вид ИЭМ						
	ВТ	Сель- сины	ФВ	ДУ	ТГП	ТГА	ГОН
Напряжение возбуждения $U_{в}$, В	+	+	+	+	+	+	+
Частота напряжения возбуждения f , Гц, кГц	+	+	+	+	—	+	—
Напряжение выходное $U_{вых}$, В	+	—	+	+	—	—	+
Частота выходного напряжения $f_{вых}$, Гц	—	—	—	—	—	—	+
Мощность выходная $P_{вых}$, Вт	—	—	—	—	—	—	+
Частота вращения, об/мин							
номинальная $n_{ном}$	—	—	—	—	+	+	+
допустимая $n_{доп}$	+	+	+	—	—	—	—
предельная $n_{пр}$	—	—	—	+	—	+	—
Крутизна выходного напряжения S , В/угл. град, (В·мин)/об	+	+	—	+	+	+	—
Коэффициент трансформации K , отн. ед.	+	—	+	+	—	—	—
Сдвиг фазы $U_{вых}$ относительно $U_{в}$, φ , угл. град	+	—	—	+	—	+	—
Момент трения статический $M_{тр}$, Н·см	+	+	+	—	+	—	—
Максимальный синхронизирующий момент $M_{мах}$, Н·см	—	+	—	—	—	—	—
Максимальное напряжение синхронизации $U_{смах}$, В	—	+	—	—	—	—	—
Время успокоения робота $t_{усп}$, с	—	+	—	—	—	—	—
Сопrotивление нагрузки $R_{н}$, $Z_{н}$, Ом, кОм	—	—	—	+	+	+	+
Полное входное сопротивление холостого хода Z_{01} , Ом	+	—	+	—	—	—	—
Полное сопротивление обмоток $Z_{мах}$, Ом	—	—	+	+	—	+	—
Момент инерции ротора $J_{р}$, кг·м ²	—	—	—	—	+	+	+
Сопrotивление обмотки постоянному току R , Ом	+	+	+	+	+	+	+
Зона нечувствительности n_{min} , об/мин	—	—	—	—	+	—	—
Коэффициент пульсации $k_{пуль}$, %	—	—	—	—	+	—	—
Переходное сопротивление контактного узла $R_{пер}$, Ом	+	—	—	+	—	—	—
Номинальный угол поворота α , угл. град	—	—	—	+	—	—	—
Ток возбуждения потребляемый I , А	—	+	+	+	+	—	—
Электрическая постоянная времени τ , с	—	—	—	—	+	—	—
Погрешность отображения синусной (косинусной) зависимости ε , %, угл. град	+	—	—	—	—	—	—
Погрешность отображения линейной зависимости $\varepsilon_{л}$, %	+	—	—	+	—	—	—
Нелинейность выходной характеристики ΔU , %	—	—	—	—	+	+	—
Асимметрия нулевых положений ротора $\Delta\alpha$, угл. мин	+	+	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 11.4

Параметр	Вид ИЭМ						
	ВТ	Сель- сины	ФВ	ДУ	ТГП	ТГА	ГОН
Асимметрия выходного напряжения	—	—	—	—	+	—	—
$A_{\text{тн}}$, %	—	—	—	—	—	—	—
ЭДС квадратурной обмотки $e_{\text{кв}}$, %	+	—	—	—	—	—	—
Отношение переменной составляющей остаточной ЭДС к крутизне $\Delta e_{\text{ост.п}}$, об/мин	—	—	—	—	—	+	—
Остаточная ЭДС $e_{\text{ост}}$, % мВ	+	—	—	—	—	—	—
Разность коэффициентов трансформации ΔK , %	+	—	—	—	—	—	—
Погрешность следования в ТДП $\Delta \theta$, угл. мин	+	+	—	—	—	—	—
Фазовая погрешность $\Delta \varphi$, угл. мин	—	—	+	+	—	+	—
Коэффициент несинусоидальности $U_{\text{вых} K_{\text{н.с}}}$, %	—	—	—	—	—	—	+
Электрическая асимметрия обмоток ГОН $\Delta \alpha$, угл. мин	—	—	—	—	—	—	+
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения δK_U , %	+	—	—	—	—	—	—
Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения $\Delta \alpha_U$, угл. мин или угл. с	+	—	—	—	—	—	—
Фазовая погрешность при изменении напряжения возбуждения $\Delta \varphi_U$, угл. град или угл. мин	+	—	+	—	—	—	—
Фазовая погрешность при изменении частоты возбуждения $\Delta \varphi_f$, угл. град или угл. мин	+	—	—	—	—	—	—
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды δK_t , %	+	—	—	+	—	—	—
Изменение нулевого положения ротора при изменении температуры окружающей среды $\Delta \alpha_t$, угл. мин или угл. с	+	—	—	—	—	—	—
Изменение положения согласования ТДП при изменении температуры окружающей среды $\Delta \theta_t$, угл. мин или угл. с	+	+	—	—	—	—	—
Фазовая погрешность при изменении температуры окружающей среды $\Delta \varphi_t$, град	+	—	+	+	—	—	—
Температурный коэффициент выходного напряжения $\delta U / \Delta T$, %/°C	—	—	—	—	+	+	—
Температурный коэффициент фазы выходного напряжения $\delta \varphi / \Delta T$, %/°C	—	—	—	—	—	+	—
Изменение выходного напряжения при изменении температуры окружающей среды ΔU_t , %	—	—	—	+	—	—	—

Примечания: 1. Знаком «+» отмечены параметры, характеризующие данный вид изделий.
2. В таблице приняты обозначения: ВТ — вращающийся трансформатор, ФВ — фазовращатель, ДУ — датчик угла, ТГП — тахогенератор постоянного тока, ТГА — тахогенератор переменного тока асинхронный, ГОН — генератор опорного напряжения, ТДП — трансформаторная дистанционная передача.

точностных параметров — методы компенсации и сравнения. В этих целях используются оптико-механические угломерные и делительные устройства для задания и отсчета углов поворота роторов, электроизмерительные приборы и электронные устройства для измерения параметров и характеристик, точные делители напряжения и другое испытательное оборудование.

Измерение питающих напряжений, потребляемых токов и сопротивлений обмоток производят, как правило, с использованием стандартных измерительных приборов и методов измерений, которые не требуют дополнительных пояснений.

Контроль параметров ВТ. Изменение переходного сопротивления контактного узла ВТ проверяется с помощью моста постоянного тока или другого измерителя сопро-

тивлений с погрешностью не более 5%. За изменение переходного сопротивления принимается полуразность наибольшего и наименьшего значений измеренных сопротивлений при повороте ротора на 360°.

Полное входное сопротивление холостого хода синусно-косинусного ВТ (СКВТ), масштабного ВТ (МВТ) и ВТ для дистанционных передач (ВТДП) проверяется по схеме рис. 11.5, а, а линейного ВТ (ЛВТ) — по схеме рис. 11.5, б. Измерения должны проводиться приборами класса не хуже 1.5. Входное сопротивление вольтметра должно быть не менее 2 кОм/В.

Аналогично можно проверить полное входное сопротивление холостого хода квадратурных обмоток СКВТ и МВТ.

При проверке $Z_{вх}$ ЛВТ его ротор поворачивают на угол $60 \pm 3^\circ$ от нулевого положения. За полное $Z_{вх}$ холостого хода принимают отношение напряжения возбуждения U_B к току I_B .

Электродвижущая сила квадратурной обмотки проверяется по схеме рис. 11.6. За ЭДС квадратурной обмотки принимают наибольшее напряжение по вольтметру U_2 при повороте ротора ВТ на 360°.

Для проверки асимметрии нулевых точек и остаточных ЭДС в нулевых точках СКВТ включают по схеме, приведенной на рис. 11.7. После подачи напряжения возбуждения (при замкнутой квадратурной обмотке), поворачивая ротор, находим в зоне совмещения нулевых отметок минимальное показание по шкале узкополосного вольтметра U_2 (или анализатора гармоник), которое соответствует остаточной ЭДС. При этом показание по шкале угломерного устройства фиксируют как «нулевое». Развернув ротор ВТ примерно

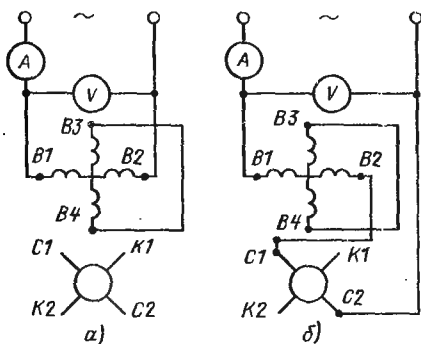


Рис. 11.5. Схемы проверки сопротивления холостого хода:

а — СКВТ, МВТ; б — ЛВТ

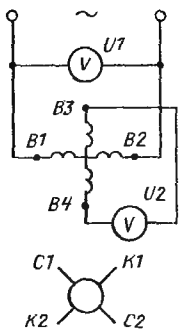


Рис. 11.6. Схема проверки ЭДС квадратурной обмотки СКВТ

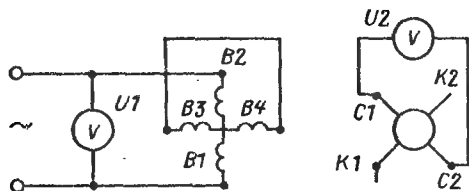


Рис. 11.7. Схема проверки асимметрии нулевых точек и остаточной ЭДС в нулевых точках СКВТ и ВТДП

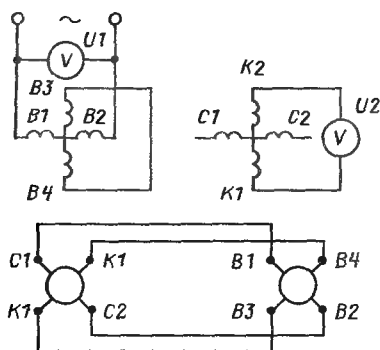


Рис. 11.8. Схема проверки следования ВТДП в дистанционной передаче

на 180° , доворачивают его до положения, при котором показание вольтметра снова будет минимальным и фиксируют вторую нулевую точку. Аналогичным образом определяют третью и четвертую нулевые точки, переключая вольтметр на косинусную обмотку. Последующие четыре нулевые точки (всего у СКВТ их должно быть восемь) определяют при подаче номинального напряжения питания на квадратурную обмотку (обмотка возбуждения должна быть замкнута).

В каждой нулевой точке по шкале угломерного устройства фиксируют отклонение от угла, кратного 90° , и по показанию вольтметра определяют остаточную ЭДС.

Для проверки погрешности следования ВТДП их устанавливают в угломерных устройствах, обеспечивающих поворот роторов с требуемой точностью, и включают по схеме, приведенной на рис. 11.8. После включения напряжения возбуждения роторы ВТ-датчика и ВТ-приемника устанавливают в согласованное положение, чему соответствует минимальное показание вольтметра U_2 . Затем ротор ВТ-датчика поворачивают по часовой стрелке через 10° в диапазоне углов $0-360^\circ$, а ротор ВТ-приемника поворачивают в каждой фиксированной точке до положения согласования.

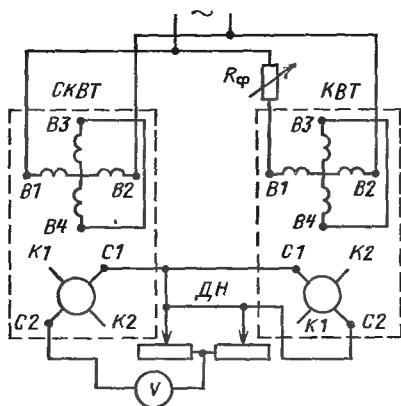


Рис. 11.9. Схема проверки погрешности отображения синусной зависимости СКВТ

Проверка погрешности отображения синусной зависимости сводится к сравнению фактического выходного напряжения ВТ с идеальным (расчетным) напряжением, соответствующим заданному углу поворота ротора (рис. 11.9). Сравнение напряжений осуществляется компенсационным методом.

Допустимые погрешности угломерного устройства, в которое устанавливается ВТ, и делителя напряжения должны быть не более значений, приведенных в табл. 11.5.

Поворачивая ротор испытуемого ВТ в зоне совмещения нулевых отметок, добиваются минимального значения напряжения по шкале вольтметра V (остаточная ЭДС) и фиксируют показание по шкале угломерного устройства, принимая его за «нулевое». Компенсация схемы производится поворотом ротора компенсирующего ВТ (КВТ) и изменением сопротивления фазировочного резистора R_ϕ . При каждой новой установке переключателей делителя напряжения ДН поворотом ротора испытуемого СКВТ устанавливают минимальное значение напряжения по шкале вольтметра V и по шкале угломерного устройства фиксируют отклонение фактического угла. Погрешность, %, в каждой фиксированной точке определяется из соотно-

Таблица 11.5. Допустимые погрешности элементов схемы

Элемент схемы	Допустимая погрешность при классе точности ВТ						
	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3
Угломерное устройство, угл. с, не более	2	5	10	10	10	60	60
Делитель напряжения, %	0,01	0,01	0,002	0,025	0,01	0,02	0,02

шения

$$\varepsilon = (\Delta U_{\text{вых}} / U_{\text{вых max}}) \cdot 100 \sin \Delta \alpha \cdot 100,$$

где $\Delta \alpha$ — погрешность, рад.

По окончании измерений проверяют соответствие нуля шкалы угломерного устройства нулю испытуемого ВТ.

Проверка погрешности отображения линейной зависимости принципиально не отличается от рассмотренной ранее проверки погрешности отображения синусной зависимости. Эту проверку и проверку остаточной ЭДС ЛВТ осуществляют по схеме, приведенной на рис. 11.10. Допустимые погрешности угломерного устройства и делителя напряжения аналогичны приведенным в табл. 11.5.

Квадратурная составляющая выходного напряжения ЛВТ компенсируется специальным компенсирующим устройством, включающим в себя фазовращатели ВТ1 с фазосдвигающим RC-контуром и ВТ2. Параметры на все элементы схемы измерения устанавливаются стандартами на отдельные типы ЛВТ.

Контроль параметров сельсинов. Проверка изменения переходного сопротивления контактов сельсинов выполняется так же, как и у ВТ.

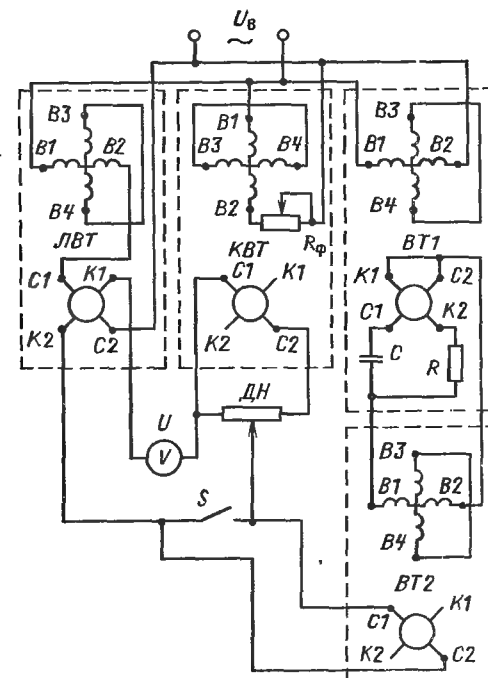


Рис. 11.10. Схема для проверки погрешности отображения линейной зависимости ЛВТ

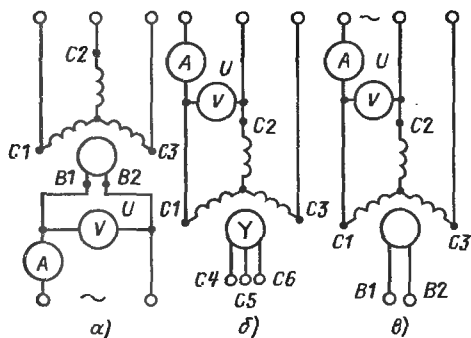


Рис. 11.11. Схема проверки потребляемого тока (потребляемой мощности) сельсинов: а — СД и СПИ; б — СДД и СПДИ; в — СПТ

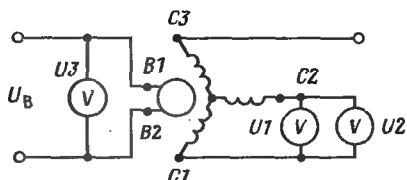


Рис. 11.12. Схема проверки максимальных значений напряжения синхронизации сельсинов (СД и СПИ)

Потребляемый ток (потребляемую мощность) сельсинов следует проверять: сельсинов-датчиков (СД) и сельсинов-приемников индикаторных (СПИ) — по схеме рис. 11.11, а; сельсинов-датчиков дифференциальных (СДД) и сельсинов-приемников дифференциальных индикаторных (СПДИ) — по схеме рис. 11.11, б; сельсинов-приемников трансформаторных (СПТ) — по схеме рис. 11.11, в при таком положении ротора, когда потребляемый ток наибольший.

Проверку максимальных значений напряжения синхронизации (рис. 11.12) осуществляют при номинальном напряжении питания для СД и СПИ и при напряжении возбуждения, равном максимальному выходному напряжению для СПТ. Максимальное значение напряжения синхронизации определяют по формуле

$$U_{\text{синхр max}} = 2U_2 - U_1.$$

Другое максимальное значение напряжения синхронизации находят после поворота ротора на 180° . Также поступают при измерении максимальных значений напряжений синхронизации на клеммах (выводах) С2, С3 и С1, С3 вторичной обмотки.

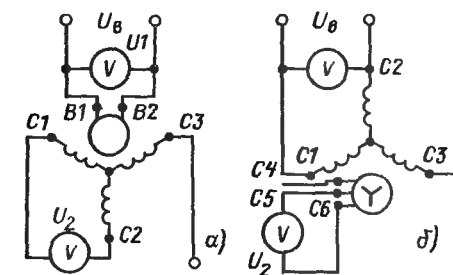


Рис. 11.13. Схема проверки асимметрии нулевых точек и остаточной ЭДС в нулевых точках:

a — СД и СПТ; b — СДД

Проверку максимальных значений напряжений синхронизации допускается производить и одним вольтметром, при этом его входное сопротивление должно быть не менее $2 \cdot 10^3$ Ом/В.

Для проверки асимметрии нулевых точек и остаточных ЭДС в нулевых точках сельсинов их включают по схемам, приведенным на рис. 11.13. На обмотку возбуждения СД и СПТ подают соответственно напряжение, равное номинальному напряжению питания для СД и максимальному вторичному напряжению для СПТ. Поворачивая ротор сельсина, установленного в угломерное устройство (погрешность которого должна быть не более $10''$), в зоне совмещения нулевых отметок находят такое его положение, при котором показание вольтметра U_2 будет минимальным (остаточная ЭДС). Показание по шкале угломерного устройства фиксируют как «нулевое» и, развернув ротор примерно на 180° от первой нулевой точки, доворачивают его до положения, когда показание вольтметра снова будет минимальным (вторая нулевая точка). Подключая вольтметр поочередно к выводам $C2, C3; C3, C1$,

аналогично определяют остальные четыре нулевые точки. В каждой нулевой точке по шкале угломерного устройства определяют отклонение от угла, кратного 60° . Одновременно по вольтметру определяют остаточную ЭДС.

Таким же образом производится контроль асимметрии нулевых точек и остаточных ЭДС в нулевых точках СДД. Восемнадцать нулевых точек СДД контролируются поочередной подачей максимального напряжения синхронизации на выводы $C1, C2; C2, C3$ и $C1, C3$ первичной обмотки.

Погрешность следования СПИ в индикаторной дистанционной передаче и амплитуду колебания стрелки на его валу следует проверять по схеме, показанной на рис. 11.14, a . Сельсин-датчик устанавливают в угломерном устройстве, обеспечивающем отсчитывание с погрешностью не более $2'$. Сельсин-приемник индикаторный устанавливают в центре диска диаметром 250–300 мм, имеющего круговую шкалу с ценой деления $30'$. На оси СПИ укрепляют сбалансированную стрелку с нониусом, позволяющим производить отсчитывание по шкале с погрешностью не более $6' (0,1^\circ)$.

На обмотки сельсинов подают напряжение возбуждения и ротор СД поворачивают до тех пор, пока стрелка СПИ не установится в нулевое положение по шкале. Ротор СД поворачивают сначала вправо, а затем влево в пределах $0-360^\circ$ степенями по 10° . При каждом фиксированном положении ротора СД по шкале СПИ определяют угол поворота его ротора. При этом одно и то же угловое положение необходимо оценивать одинаково как при правом, так и при левом направлении вращения ротора, т. е. если получено показание $10^\circ 30'$ при повороте вправо и влево, то в обоих случаях погрешность будет $-30'$.

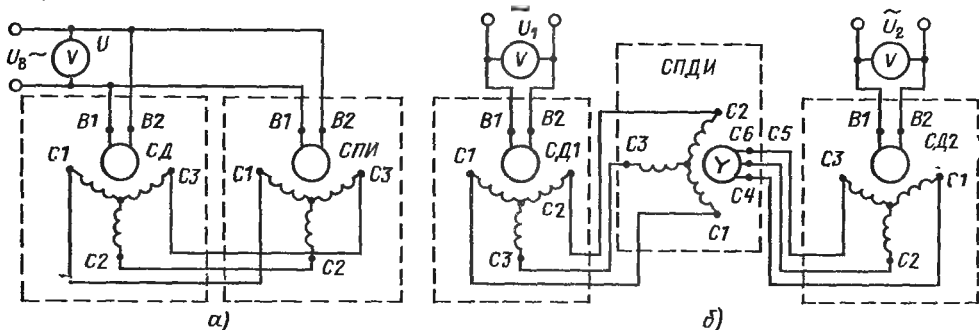


Рис. 11.14. Схемы проверки погрешности следования сельсинов в индикаторной дистанционной передаче:

a — СПИ; b — СПДИ

При каждом установленном положении ротора СД одновременно измеряют амплитуду колебаний стрелки на валу СПИ.

За погрешность следования в индикаторной дистанционной передаче принимают полусумму абсолютных значений наибольших отклонений разных знаков угла поворота ротора СПИ от углов поворота ротора СД.

Погрешность следования СПДИ в индикаторной дистанционной передаче следует проверять по схеме, указанной на рис. 11.14, б. Проверку проводят аналогично проверке погрешности следования СД и СПИ. При проверке определяют отклонение угла поворота ротора СПДИ от угла поворота (через 10°) ротора СД1 или СД2 при заторможенном роторе СД2 или СД1 соответственно. Отклонение угла поворота ротора СПДИ может быть также проверено и относительно суммы углов поворота одновременно роторов СД1 и СД2. За погрешность следования принимают погрешность, рассчитанную, как это указано для СД и СПИ.

Контроль параметров датчиков угла. Контроль изменения переходного сопротивления контактов датчика угла (ДУ) проводится так же, как и у ВТ. Ток возбуждения следует проверять по схеме рис. 11.15 при номинальном напряжении возбуждения.

Амперметр А и вольтметр V1 должны быть класса не ниже 1,5. По этой же схеме проверяется остаточное напряжение ДУ. При этом датчик устанавливают в угломерном устройстве, позволяющем осуществить поворот ротора датчика на любой угол с погрешностью не более $10''$ для классов 0,05–0,2 и $1'$ для классов 0,3–1,5. На обмотку возбуждения подают номинальное напряжение. Поворотом ротора датчика в зоне совмещения нулевых отметок находят такое положение, при котором значение напряжения U_2 будет наименьшим – остаточное напряжение. Показание на шкале угломерного устройства фиксируют как нулевое.

Для измерения максимального выходно-

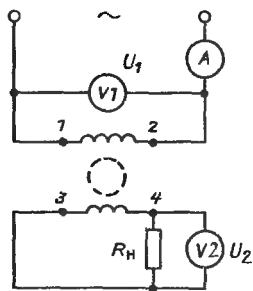


Рис. 11.15. Схема проверки тока возбуждения датчиков угла

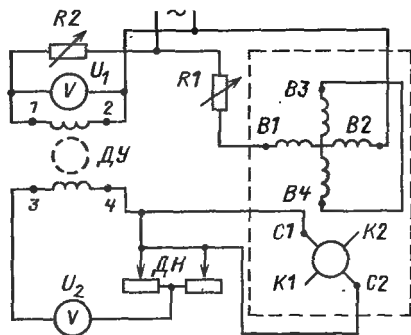


Рис. 11.16. Схема проверки отображения линейной зависимости датчиков угла

го напряжения ротор ДУ поворачивают от нулевого положения на максимальный угол в пределах диапазона линейности характеристики конкретного типа ДУ и снимают показания вольтметра V2.

Проверку погрешности отображения линейной зависимости ДУ выполняют по схеме рис. 11.16. Датчик устанавливают в угломерное устройство. Подают напряжение на обмотки возбуждения ДУ и компенсирующего вращающегося трансформатора ВТ1 (квадратурная обмотка закорочена). Поворотом ротора датчика находят нулевое положение угломерного устройства по минимуму напряжения. Переключатели делителя ДН устанавливают в положения, указанные в стандартах технических условий на конкретные типы ДУ, ротор ДУ поворачивают на угол, заданный в тех же стандартах. Поворотом ротора ВТ1 и изменением сопротивления фазирующих резисторов R1, R2 добиваются наименьшего показания вольтметра V2 (компенсация схемы). Эту операцию повторяют для каждой новой установки переключателей делителя ДН и отсчитывают отклонение угла поворота ротора по шкале угломерного устройства от расчетных значений и определяют погрешность по формулам, указанным в стандартах на конкретные типы ДУ.

Погрешность делителя напряжения не должна превышать 0,001 % при проверке датчика класса 0,05 и 0,01 % для класса 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1 и 1,5.

Контроль параметров фазовращателей. Проверка надежности контактирования между щетками и контактными кольцами фазовращателей (ФВ) проверяется с помощью осциллографа. При вращении ротора с частотой не более 10 об/мин не должно быть пропадания или разрыва синусоиды на экране осциллографа.

Таблица 11.6. Рекомендации по выбору методов проверки фазовой погрешности ФВ

Метод	Применимость метода при							
	диапазоне частот напряжения возбуждения				классе точности ФВ*			
	0,4 – 400 кГц	0,4 – 1 МГц	1,0 – 10 МГц	10 – 120 МГц	0,1; 0,2; 0,5; 1; 2	2; 3; 5; 10; 20	30	60; 120; 300; 600
Фазометра	+	+	+	+	—	—	+	+
Фазовой константы	+	+	+	—	+	+	+	—
Измерение коэффициента амплитудной модуляции	+	+	+	+	—	+	+	+
$U_{\text{вых}}$ Сравнения с эталонным ФВ цифровых интервалов времени	+	+	—	—	+	+	+	+

* Класс точности ФВ численно равен полусумме значений наибольших положительной и отрицательной фазовых погрешностей, выраженных в минутах.

Примечание. Знак «+» указывает, что метод применим, знак «—» — что метод применять не следует.

Для проверки фазовой погрешности ФВ применяют несколько методов, которые выбирают в зависимости от диапазона частот напряжения возбуждения и классов точности ФВ (табл. 11.6).

При проверке фазовой погрешности методом фазометра ФВ устанавливают в угломерное устройство, обеспечивающее установленную точность измерения. Выводы ФВ подключают к измерительным выводам фазометра. На ФВ подают напряжение возбуждения и производят настройку фазосдвигающего контура способами, указанными в стандартах на конкретные типы ФВ.

Ротор ФВ поворачивают на углы, значение которых также устанавливается в стандартах на конкретные типы ФВ. При каждом угле поворота ротора определяют фазовую погрешность как разность показаний фазометра и угломерного устройства.

Контроль параметров тахогенераторов. Крутизну выходного напряжения тахогенераторов постоянного тока (ТПП) вычисляют как отношение выходного напряжения, мВ, измеренного при номинальной частоте вращения, к номинальной частоте вращения, об/мин. Значения крутизны определяют при правом и левом вращениях и принимают наименьшее значение.

Асимметрию выходного напряжения, %, вычисляют как отношение разности выходных напряжений при правом и левом вра-

щениях к номинальной частоте к полусумме этих напряжений.

Нелинейность выходного напряжения, %, вычисляют как отношение разности выходного напряжения, измеренного при данной частоте вращения и напряжения, рассчитанного по крутизне при этой же частоте вращения, к напряжению при номинальной частоте вращения.

Для проверки крутизны выходного напряжения тахогенератора переменного тока ротор тахогенератора приводят во вращение с частотой, указанной в стандартах на отдельные типы тахогенераторов. Измеряют выходное напряжение вольтметром класса не ниже 2,5 с входным сопротивлением не менее 0,5 мОм. Затем крутизну выходного напряжения вычисляют так же, как для ТПП.

Проверку остаточной ЭДС и переменной составляющей остаточной ЭДС тахогенератора переменного тока проводят по основной гармонике. Обмотка возбуждения тахогенератора переменного тока не должна иметь гальванической связи с источником питания, а корпус тахогенератора должен быть заземлен. При медленном (не более 1 об/мин) повороте ротора в пределах одного оборота измеряют максимальное и минимальное значения остаточной ЭДС. Переменную составляющую остаточной ЭДС определяют как разность между максимальным и минимальным значениями.

Проверку пульсаций выходного напряжения ТГП проводят с помощью магнитоэлектрического осциллографа (например, Н-105). По осциллограмме определяют максимальное, минимальное и среднее значения выходного напряжения. Пульсацию выходного напряжения вычисляют как отношение разности максимального и минимального значений выходного напряжения к удвоенному среднему значению.

Проверку сопротивления обмоток ТГП и тахогенератора переменного тока постоянно-му току проводят мостом постоянного тока класса не ниже 1. У ТГП измеряют сопротивление цепи якоря со щетками.

Проверку нелинейности выходного напряжения тахогенератора переменного тока, фазовой погрешности при изменении частоты вращения, амплитудной погрешности и фазовой погрешности от собственного нагрева проводят компенсационным методом.

11.3. Применение и эксплуатация электрических машин малой мощности для систем автоматики

Правильность выбора и применения ЭМММ является важным условием, обеспечивающим требуемые технические и эксплуатационные характеристики систем автоматики и прежде всего такие, как точность, чувствительность, быстродействие, надежность и др.

11.3.1. Выбор электродвигателя для систем автоматики

При выборе электродвигателей (рис. 11.17) на основании анализа требований, предъявляемых к аппаратуре, составляется перечень требований к их основным электромеханическим и эксплуатационным параметрам: напряжению питания и допускаемому его отклонению, полезной мощности и моменту на валу, частоте вращения и ее стабильности, пусковому моменту, быстродействию, напряжению трогания, КПД, режиму работы, долговечности и сохраняемости, массе и габаритным размерам, стойкости к воздействию механических нагрузок и климатических факторов.

В тех случаях, когда выбранный электродвигатель не обладает устойчивостью ко всем эксплуатационным факторам, характерным для данной аппаратуры, необходимо предусмотреть технические меры защиты от воздействующего фактора (амортизацию, герметизацию, дополнительный теплоотвод, экранирование, токовую защиту и т. п.).

Основными вопросами, которые необходимо решить при выборе электродвигателя для аппаратуры, являются выбор типа двигателя с электромеханическими свойствами, отвечающими характеру нагрузки, и определение номинальной мощности электродвигателя. Мощность электродвигателя выбирают, исходя из необходимости обеспечить выполнение заданной работы электропривода при соблюдении нормального теплового режима и допустимой механической перегрузки двигателя. При этом следует учитывать нагрузку привода не только в установившемся режиме работы, но и во время переходных режимов. Важное значение имеет также цикличность работы привода, которая характеризуется графиком частоты вращения при заданном графике статического момента приводимого механизма. По графику частоты вращения определяют ускорение для любого момента времени, затем момент инерции всех вращающихся частей механизма, приведенный к валу двигателя, и вычисляют значения динамических моментов. Алгебраическое сложение статических и динамических моментов нагрузки позволяет получить график полного момента, по которому и рассчитывают мощность двигателя.

Графики частоты вращения и момента, развиваемого двигателем, полностью определяют его нагрузку. По этим данным могут быть построены графики потребляемого двигателем тока, полезной и потребляемой мощности, потерь и т. д. На рис. 11.18 приведен пример нагрузочной диаграммы привода.

Для лучшего использования двигателя принимают номинальный момент, близкий к среднему. Учитывая, что двигатели имеют определенную перегрузочную способность, необходимо предусмотреть проверку их на перегрузку. При этом должно выполняться следующее условие: $M_{\max} \leq k_{\text{доп}} M_{\text{ном}}$, где $k_{\text{доп}}$ — коэффициент допустимой перегрузки; $M_{\text{ном}}$ — номинальный момент двигателя.

У коллекторных двигателей постоянного тока перегрузочная способность ограничивается условиями коммутации, а значения максимального момента двигателей обычно в 3–4 раза выше номинального.

Двигатели постоянного тока могут нормально функционировать при условии обеспечения необходимого качества подаваемой электроэнергии, которое определяется стабильностью напряжения питания во времени и пульсацией мгновенного значения амплитуды питающего напряжения. Существующие электродвигатели работают нормально при изменении напряжения питания в среднем на $\pm(10-25)\%$ номинального значения (более

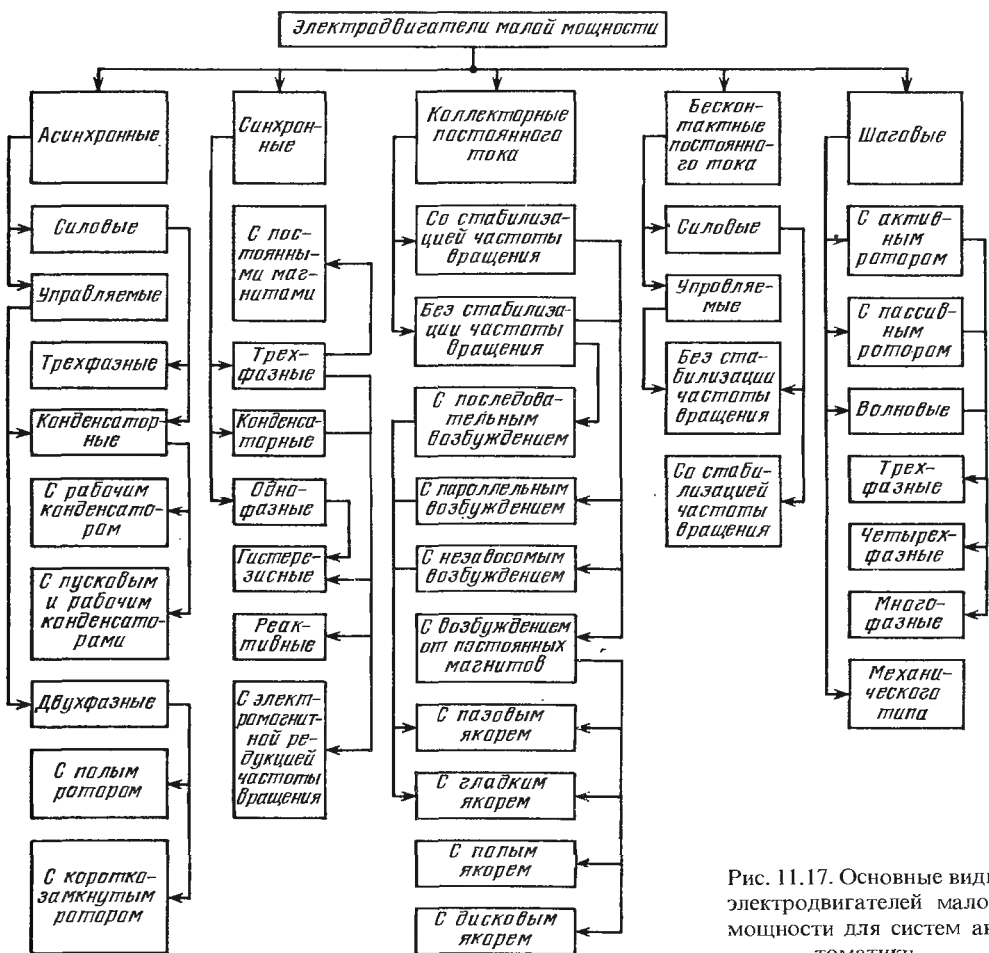


Рис. 11.17. Основные виды электродвигателей малой мощности для систем автоматики

точные данные на каждый тип электродвигателя указаны в технической документации; коэффициент пульсации напряжения источника питания, т. е. отношение дей-

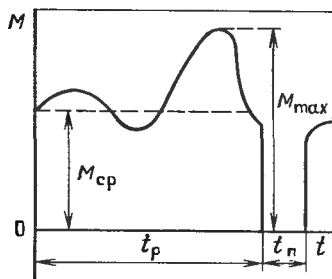


Рис. 11.18. Вариант нагрузочной диаграммы привода:

$M_{ср}$, M_{max} — среднее и максимальные значения нагрузочного момента; t_p , t_n — время работы и паузы

ствующего значения всех гармонических составляющих выпрямленного напряжения к номинальному значению не должен быть более 5%.

На значения параметров асинхронных двигателей (АД) существенное влияние оказывают отклонения от номинальных значений параметров электроэнергии (амплитуды, фазы, частоты) и для конденсаторных АД — емкости конденсатора.

При изменении амплитуды и частоты напряжения питания оценка изменения основных параметров АД может быть произведена по приближенным уравнениям. Относительное изменение электромагнитного вращающего момента

$$m = \frac{M}{M_{ном}} = \frac{2b_{ном}(k_U^2/k_f^2)}{s_{кр}/(k_f s) + k_f s/s_{кр}},$$

где $b_{ном}$ — кратность максимального момента при номинальных значениях напряжения

и частоты; s — скольжение при номинальных значениях напряжения и частоты; $s_{кр}$ — критическое скольжение при номинальных значениях напряжения и частоты; k_U , k_f — коэффициенты изменения напряжения и частоты:

$$k_U = U/U_{ном}; k_f = f/f_{ном}.$$

При работе АД на нагрузку, момент которой не изменяется от частоты вращения, кратность максимального момента

$$b \approx b_{ном} k_U^2 / k_f^2.$$

Если АД работает на нагрузку M_c , которая будет отличаться от номинальной, то

$$b = b_{ном} k_U^2 / m_c k_f^2,$$

где $m_c = M_c / M_{ном}$.

Кратность m_n начального пускового момента M_n по отношению к номинальному моменту $M_{ном}$ при номинальных значениях напряжения и частоты

$$m_n = M_n / M_{ном} \approx 2b_{ном} s_{кр} / (1 + s_{кр}^2).$$

Трехфазные АД подвержены заметному влиянию несимметрии трехфазной системы напряжения питания. Эта несимметрия порождает несимметрию магнитного поля, что приводит к появлению тормозных моментов и увеличению потерь. Кроме того, магнитная несимметрия увеличивает собственные вибрации и акустический шум.

Коэффициент несимметрии напряжения оценивается по уравнению

$$\delta_u = \frac{\max |U_{cp} - U_i|}{U_{cp}} \cdot 100\%,$$

где $U_{cp} = \frac{1}{3}(U_{AB} + U_{BC} + U_{CB})$; U_i — линейное напряжение, наиболее отличающееся от среднего; U_{AB} , U_{BC} , U_{CB} — линейные напряжения.

Следствием несимметрии трехфазной системы напряжения питания является снижение КПД и увеличение нагрева двигателя. Установившееся значение превышения температуры нагрева двигателя может быть определено по уравнению

$$\tau_{ст} = \frac{P_2}{Q\lambda} \left(\frac{1 - \eta}{\eta} \right),$$

где Q — площадь теплоотводящей поверхности; λ — коэффициент теплоотдачи, равный $14 \text{ Вт} \cdot \text{см}^2 / ^\circ\text{C}$.

При коэффициенте несимметрии $\delta_u = 10\%$ превышение температуры корпуса АД над температурой окружающей среды может увеличиться в 1,4 раза.

Как правило, двигатели приводят в движение исполнительный механизм через систему механических передач (редукторы, муфты), обладающую собственными потерями энергии на трение. При этом КПД редукторов может изменяться в зависимости от их качества, передаваемого момента и передаточного отношения в пределах от 50 до 99 %, поэтому при определении мощности приводного двигателя необходимо учитывать КПД системы передач.

В ряде случаев выбор мощности двигателя производят по нагреву, а затем его проверяют по перегрузочной способности. При этом следует иметь в виду, что превышение температуры электродвигателя не должно быть выше допустимой температуры.

При выборе электродвигателей для аппаратуры, работающей в условиях глубокого вакуума, в контакте с газообразными или жидкими агрессивными и взрывоопасными средами и для аппаратуры, критичной к воздействию электромагнитных радиопомех и помех по цепям питания, а также для аппаратуры с длительными сроками службы следует отдавать предпочтение бесконтактным электродвигателям постоянного тока.

При монтаже электродвигателей в аппаратуре крепление их должно производиться по посадочному месту. Наиболее распространенными видами крепления являются: фланцевое, за корпус и на лапах.

Крепление электродвигателей фланцевого исполнения выполняется стяжными винтами или накладками, крепящими фланец к корпусу объекта.

Крепление за корпус должно производиться за наружную поверхность корпуса электродвигателя с помощью охватывающих его металлических деталей (хомутиков, лент, стаканов и т. п.). Не допускается производить крепление деталями из неметаллических материалов. Крепежные детали электродвигателей, корпус которых выполнен из магнитотвердых материалов (постоянный магнит), должны выполняться без применения ферромагнитных материалов.

Для механического соединения вала электродвигателя с рабочим механизмом в единую кинематическую схему применяются шестерни или муфты, насаживаемые на выходной конец вала. Форма конца вала может быть цилиндрическая гладкая, цилиндрическая с резьбой под гайку. Детали, укрепляемые на валу, должны быть динамически отбалансированы. Допустимая остаточная неуравновешенность деталей и момент инер-

ции нагрузки, приведенный к валу электродвигателя, указываются в технической документации.

Подключение электродвигателей к источнику питания должно осуществляться в строгом соответствии с маркировкой выводных концов и указаниями технических условий, инструкции по эксплуатации или паспорта. Для маркировки выводных концов применяются цветные провода, буквы, цифры и знаки полярности на клеммной колодке. Особое внимание следует обратить на соблюдение полярности подаваемого напряжения, так как у электродвигателей с электронными регуляторами частоты вращения и коммутаторами обратная полярность питающего напряжения приводит к выходу из строя транзисторов.

Выводные концы электродвигателей присоединяются к сети питания с помощью пайки. Во избежание обрыва или повреждения изоляции выводных концов не следует допускать их резких перегибов и скручивания.

11.3.2. Выбор электроventilаторов для охлаждения аппаратуры

Для охлаждения аппаратуры применяются в основном осевые и центробежные электроventilаторы (ЭВ). Аэродинамическая характеристика осевых ЭВ $H = f(Q)$ имеет провал на начальном участке — зону неустойчивой работы. Поэтому осевые ЭВ имеют относительно большую производительность Q при малых напорах H и могут применяться в аппаратуре большого объема с малым аэродинамическим сопротивлением, а также для локального охлаждения наиболее нагретых элементов аппаратуры.

Центробежные ЭВ характеризуются большим давлением при относительно малых расходах воздуха. Они применимы в системах с большим аэродинамическим сопротивлением сети.

Общая потеря давления в простом воздухопроводе определяется суммой потерь давления на всех его участках. Характеристика сложной сети может быть получена сложением характеристик отдельных участков и ответвлений. Характеристика последовательно соединенных участков представляет собой сумму ординат H , а параллельно соединенных — сумму абсцисс Q . Характеристику строят по точкам, получаемым в результате расчета при различных расходах Q , или снимают опытным путем при продувке макета воздухопровода.

По характеристике сети анализируют совместную работу ЭВ и сети. Для этого на характеристику ЭВ, построенную при постоянной угловой частоте вращения в координатах $H - Q$, следует наложить характеристику сети (рис. 11.19). Точка пересечения двух кривых (рабочая точка) определит давление H_1 и производительность Q_1 ЭВ при его работе в данной аэродинамической сети. Рабочей точке соответствует условие, когда производительность равна расходу воздуха, проходящего через сеть, а давление, создаваемое ЭВ, — потере давления в сети при этом расходе.

Зная производительность ЭВ, по его полной характеристике можно определить значения мощности и КПД η (рис. 11.20). Для этого через рабочую точку следует провести вертикальную прямую до пересечения ее с кривыми $P = f(Q)$ и $\eta = f(Q)$, полученные точки A и B определяют соответствующие значения мощности и КПД по шкалам P и η . Для выбора ЭВ в конкретных случаях применения с учетом необходимой рассеиваемой тепловой мощности можно использовать специальную номограмму (рис. 11.21), содержащую сводную информацию о рабочих участках аэродинамических характеристик основных серий электроventilаторов малой мощности.

Зная тепловую мощность, которую необходимо рассеять, и перепад температур между охлаждаемой поверхностью и воздухом, по верхней части номограммы определяем точку пересечения a , затем проводя из точки a вертикальную линию, пересекающую нижнюю часть номограммы, можно подобрать подходящую серию и тип ЭВ по сочетаниям значений Q и H , получаемых в точках пересечения вертикальной линии a и характеристик различных серий ЭВ.

11.3.3. Выбор электромагнитных муфт

Виды и типы электромагнитных муфт выбирают, исходя из требований к функциональным и массообъемным характеристикам создаваемого электропривода. При этом, как правило, возникает необходимость поиска оптимального сочетания положительных свойств и недостатков, присущих различным видам муфт в интересах решения конкретной задачи. Исходная информация для принятия предварительных решений представлена в табл. 11.7.

Типичный вид зависимостей, характеризующих механические и рабочие свойства основных видов электромагнитных муфт,

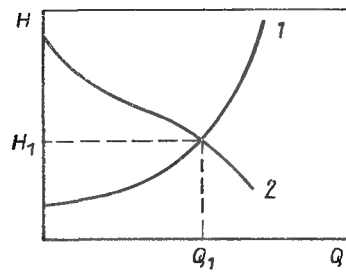


Рис. 11.19. Характеристика электровентилятора (1) и аэродинамическая характеристика сети (2)

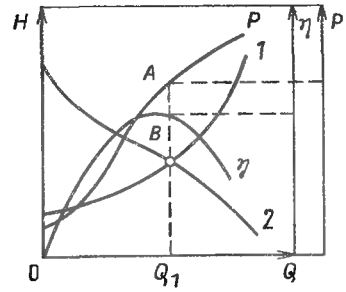


Рис. 11.20. Характеристики электровентилятора:
 H — давление; P — потребляемая мощность; η — КПД; Q — производительность; 1, 2 — то же, что и на рис. 11.19

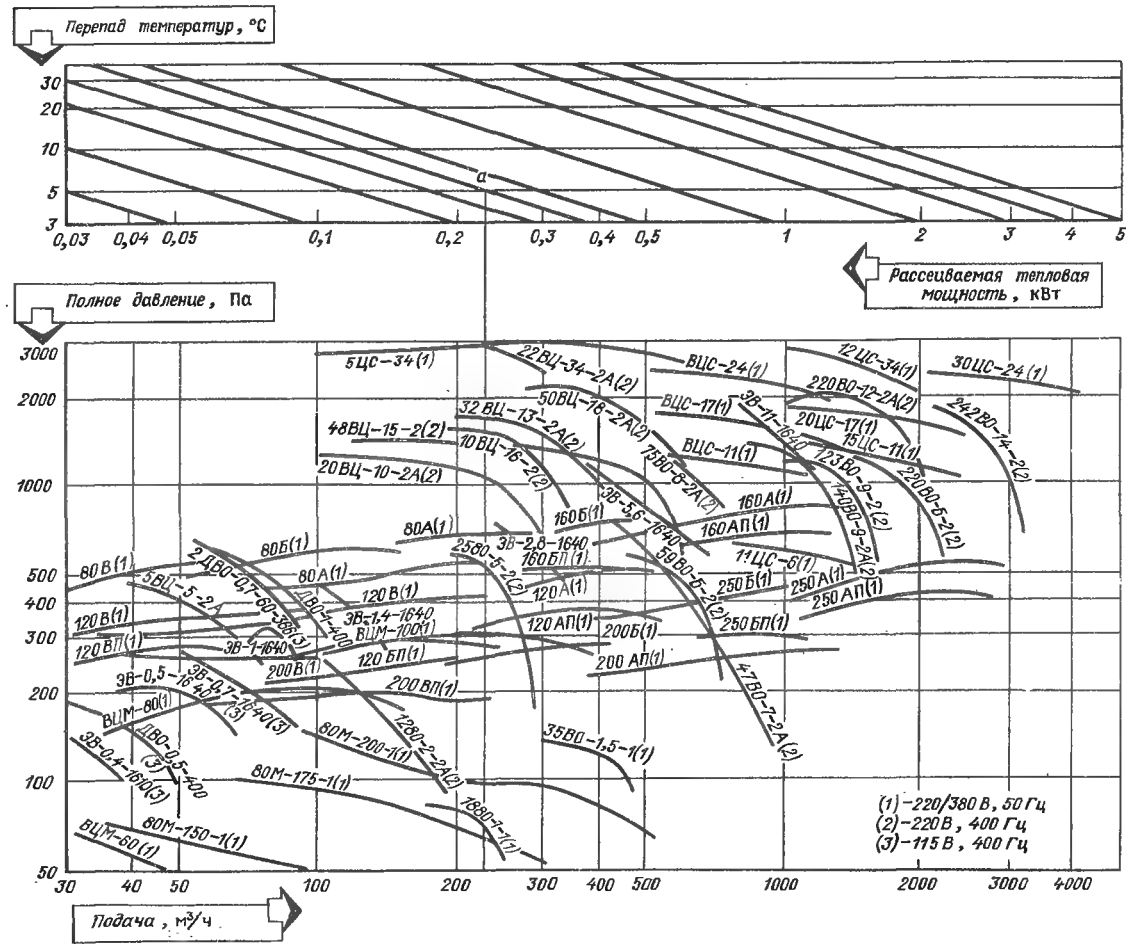


Рис. 11.21. Номограмма для выбора электровентиляторов

Таблица 11.7. Сравнительная характеристика основных свойств различных видов электромагнитных муфт

Виды электромагнитных муфт	Положительные свойства	Недостатки
Фрикционные (ФМ)	Наиболее высокий коэффициент усиления k_y (свыше 10^4). Быстродействие среднее (в 10–15 раз ниже, чем у ПМ). Высокий коэффициент эффективности ($k_z = 300 \div 400$). Минимальная масса и габаритные размеры по сравнению с ПМ и ГМ	Низкий коэффициент перегрузочной способности ($k_{\text{пер}} \approx 1 \div 1,2$). Нестабильность и нелинейность механической и рабочей характеристик
Порошковые (ПМ)	Наиболее высокое быстродействие. Малый остаточный момент M_0 (0,05–0,5% $M_{\text{ном}}$). Средняя перегрузочная способность ($k_{\text{пер}} = 1,3 \div 1,5$). Средняя эффективность ($k_z = 5 \div 50$)	Масса и габаритные размеры больше, чем у ФМ. Ухудшение свойств порошка в процессе хранения
Гистерезисные (ГМ)	Наиболее высокая перегрузочная способность ($k_{\text{пер}} = 3 \div 5$). Высокая стабильность и линейность характеристик. Повышенная надежность	Быстродействие ниже, чем у ФМ. Низкая эффективность ($k_z \approx 0,2$). Большие габаритные размеры и масса по сравнению с ФМ и ПМ

Примечания: $k_y = P_{\text{вых}}/P_y$ — коэффициент усиления ($P_{\text{вых}}$, P_y — мощности выходная и управления).

2. $k_{\text{пер}} = M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$ — коэффициент перегрузочной способности.

3. $k_z = M_{\text{ном}}/G$ — коэффициент эффективности использования муфты (G — масса муфты).

Таблица 11.8. Характеристики муфт с электромагнитным управлением

Виды электромагнитных муфт	Характеристики муфт		Режим работы	Области применения
	Механическая	Рабочая		
Фрикционные			Включено — выключено	В следящих системах и приводах подачи ограниченных перемещений

Продолжение табл. 11.8

Виды электромагнитных муфт	Характеристики муфт		Режим работы	Области применения
	Механическая	Рабочая		
Порошковые			Включено — выключено и скольжение	В быстродействующих системах регулируемого электропривода и следящих системах, в тормозных и динамометрических устройствах
Гистерезисные			Включено — выключено и скольжение	В высокоскоростных и прецизионных электроприводах и следящих системах, в тормозных и предохранительных устройствах

Примечание. $r_1 - r_3$ — сопротивление обмотки управления; $i_1 - i_4$ — ток управления.

представлен в табл. 11.8. По этим данным можно в первом приближении оценить влияние муфты на работу системы.

11.3.4. Выбор и применение информационных электрических машин

Одним из главных критериев выбора ИЭМ (рис. 11.22) является точность, так как следящие системы и системы дистанционных передач, построенные на этих изделиях, относятся к категории прецизионных систем. Вместе с тем из этого не следует, что во всех случаях применения ИЭМ необходимо стремиться к использованию только высокоточных типов ИЭМ или ИЭМ высших классов точности. Точностные возможности тех или иных изделий необходимо рассматривать применительно к конкретным схемным решениям, месторасположению в схеме, условиям и режимам работы.

В связи с общей тенденцией микроминиатюризации аппаратуры возрастают требова-

ния к габаритным и массообъемным характеристикам изделий, в том числе и к ИЭМ. Так как с уменьшением габаритных размеров точность этих изделий снижается, предварительную оценку соответствия их характеристик можно произвести, воспользовавшись кривыми для ВТ и сельсинов, приведенными на рис. 11.23 и 11.24.

Для обеспечения требований к надежности более предпочтительным является применение бесконтактных конструкций ИЭМ. Однако при этом следует учитывать, что точность бесконтактных изделий несколько хуже, чем контактных.

При выборе ИЭМ необходимо стремиться к тому, чтобы удовлетворить технические требования к аппаратуре без дополнительных мер защиты от внешних воздействующих факторов.

Особое внимание при выборе номенклатуры ИЭМ должно быть уделено вопросам унификации, которые для каждого типа аппаратуры необходимо решать комплексно.

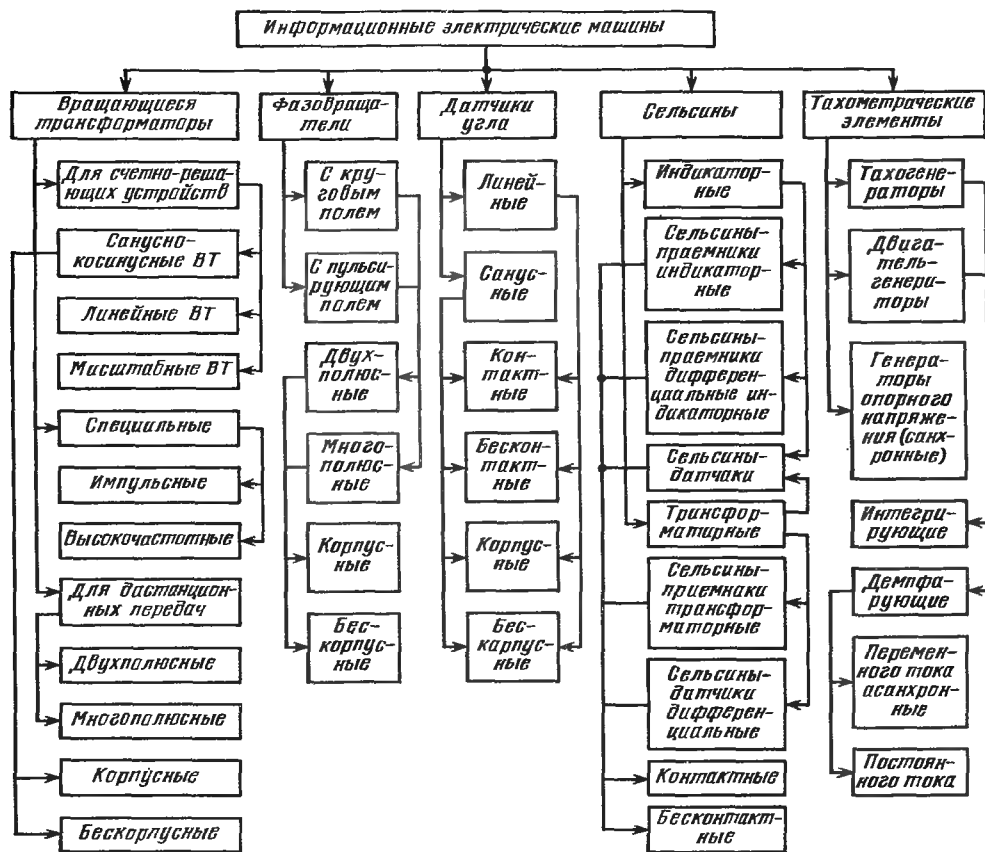


Рис. 11.22. Виды информационных электрических машин

Применение ограниченного числа серий и типов ИЭМ позволит упростить настройку и наладку аппаратуры, облегчит проведение регламентных работ и комплектацию ЗИП.

Для ИЭМ наиболее рациональным является фланцевое крепление. Не допускается крепление ВТ, ФВ, ДУ и сельсинов за корпус, так как это может привести к нарушению равномерности воздушного зазора, а следовательно, и к потере точности.

Дополнительные погрешности механического происхождения могут повлечь за собой неточность сочленения валов ИЭМ с валами приводных двигателей (несоосность сочленения валов обычно не должна превышать 0,01 мм). Значения этих погрешностей в основном определяются конструктивными особенностями применяемых соединительных устройств, в качестве которых получили распространение устройства с центрирующей втулкой и типа крестовой муфты, позволя-

ющие существенным образом уменьшить влияние эксцентриситета, а также специальные муфты. Во избежание увеличения погрешностей все конструктивные элементы (стрелки, контактные барабанички, поводки и т. п.), которые устанавливаются на оси сельсинов-приемников, должны быть тщательно отбалансированы.

Подключение ВТ и сельсинов к источникам питания и электрические соединения обмоток производят в соответствии с их электрическими схемами.

При работе ВТ в каскадных схемах счетно-решающих устройств питающее напряжение их может как иметь постоянную амплитуду, так и изменяться в достаточно широких пределах. Вследствие того, что при малых значениях напряжений кривая намагничивания пермаллоя 79НМ более линейна, чем пермаллоя 50Н и электротехнической стали, при построении каскадных схем (для

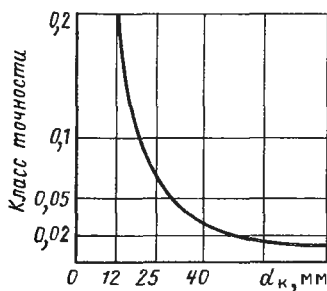


Рис. 11.23. Зависимость класса точности ВТ от внешнего диаметра корпуса

уменьшения дополнительных погрешностей) рекомендуется использовать в начале каскада ВТ с магнитопроводом из пермаллоя 50Н и электротехнической стали, а все последующие ВТ — с магнитопроводом из пермаллоя 79НМ.

Уменьшение погрешности каскадных схем может быть достигнуто также увеличением отношения $Z_{в1}/Z_{вх2}$. Для этого необходимо, чтобы каждый последующий (питаемый) ВТ в каскаде имел выходное сопротивление больше, чем предыдущий (питающий) ВТ, или же чтобы коэффициент трансформации питающего ВТ был существенно меньше 1. Ориентировочно соотношение между значениями входных сопротивлений ВТ в каскадной схеме определяется из условия

$$Z_{вх2} \approx 3k_1^2 Z_{вх1},$$

где $Z_{вх1}$ и $Z_{вх2}$ — входные сопротивления предыдущего и последующего ВТ; k — коэффициент трансформации предыдущего ВТ.

При построении каскадных схем все применяемые ВТ должны быть отсимметрированы, для этой цели рекомендуется применять специальные симметрирующие устройства. На рис. 11.25 приведены электрические схемы некоторых типов симметрирующих устройств, которые обеспечивают симметрирование ВТ в диапазоне частот 400–1000 Гц.

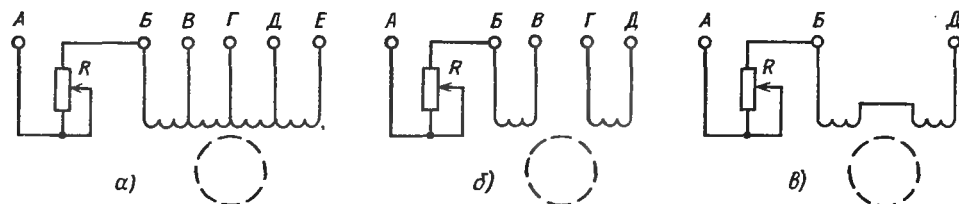


Рис. 11.25. Электрические схемы симметрирующих устройств для каскадных схем применения ВТ:

а — СУ-463; б — СУ-464; в — СУ-465, СУ-466

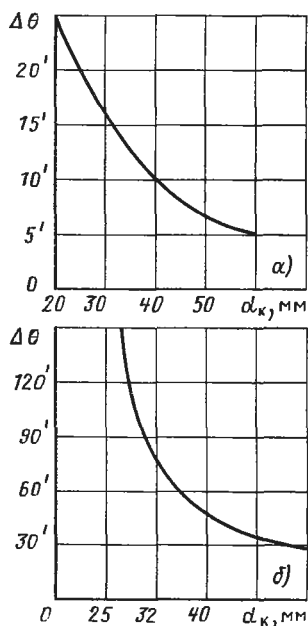


Рис. 11.24. Зависимости погрешности следования сельсинов от наружного диаметра корпуса:

а — трансформаторные сельсины; б — индикаторные сельсины

Из-за непостоянства входного сопротивления СКВТ в режиме ЛВТ может быть использован только в начале каскадной схемы. Для реализации линейных функциональных зависимостей безотносительно от месторасположения в каскаде рекомендуется применять ЛВТ типа ЛВТ-5Я.

Регулировка масштабов осуществляется при помощи МВТ, которые могут быть включены в любом месте каскадной схемы. Более целесообразно МВТ размещать в начале каскада, так как в этом случае он работает при питающем напряжении с постоянной амплитудой и не вносит дополнительных погрешностей. Месторасположение МВТ не должно затруднять симметрирова-

ние схемы, поэтому необходимо, чтобы его выходное сопротивление было минимальным и не изменялось при установке масштаба.

Трансформаторная дистанционная передача с применением ВТ представляет собой частный случай каскадной схемы. Количество ВТ-приемников (их может быть от единиц до десятков штук) определяется мощностью, а следовательно, и габаритными размерами ВТ-датчика, причём часть из них может находиться в заторможенном режиме, а часть — в режиме слежения. Уменьшение взаимного влияния ВТ-приемников достигается вторичным симметрированием, однако при этом крутизна выходного сигнала также уменьшается. Относительное постоянство крутизны при большом числе ВТ-приемников обеспечивается применением ВТ-датчиков с малым выходным сопротивлением и ВТ-приемников с большим входным сопротивлением. Для увеличения крутизны выходного сигнала обмотки управления ВТ-приемника могут быть включены последовательно, но при этом точность дистанционной передачи несколько ухудшается. Уменьшению погрешности трансформаторной дистанционной передачи в большинстве случаев способствует первичное симметрирование ВТ-датчика, которое обычно производится замыканием накоротко квадратурной обмотки.

В трансформаторной и индикаторной дистанционной передачах с применением сельсинов при небольшом числе параллельно работающих приемников целесообразно применять бесконтактные конструкции этих изделий. При большом числе приемников (что имеет место в разветвленных системах трансформаторных и индикаторных дистанционных передач, а также системах смешанного типа) в случае необходимости в качестве датчика могут применяться кон-

тактные СД, имеющие большую удельную мощность по поперечной оси, чем бесконтактные. Вследствие взаимного влияния параллельно работающих СП, которое проявляется в уходе их положения согласования (при рассогласовании одного из приемников), не рекомендуется применять в трансформаторных дистанционных передачах сельсины с явнополюсным ротором.

Для обеспечения возможной большей точности необходимо стремиться к тому, чтобы все СП индикаторной дистанционной передачи имели одинаковые электрические параметры и характеристики, а также одинаковую нагрузку.

При рассмотрении параллельной работы сельсинов возникает необходимость в определении числа СП, которые могут быть подключены к тому или иному датчику. Для решения этого вопроса с приемлемой для практики точностью можно воспользоваться графиками, приведенными на рис. 11.26. В связи с тем, что при параллельной работе СП в индикаторном режиме их

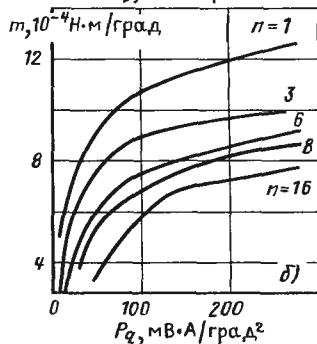
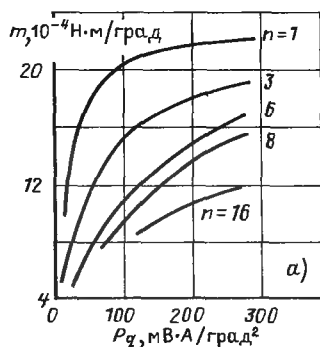
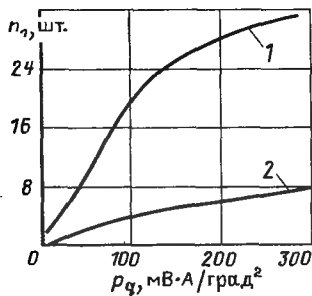


Рис. 11.26. Зависимости количества индикаторных (кривая 1) и трансформаторных (кривая 2) сельсинов-приемников, работающих от одного датчика от удельной мощности по поперечной оси сельсина-датчика

Рис. 11.27. Зависимости удельного синхронизирующего момента контактных (а) и бесконтактных (б) СП от удельной мощности по поперечной оси датчика при разном количестве n приемников, подключаемых к одному датчику

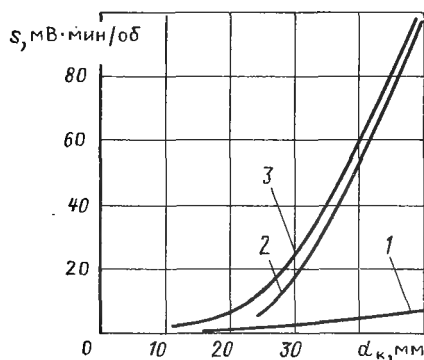


Рис. 11.28. Зависимости крутизны тахогенераторов от величины диаметра корпуса: 1 — асинхронные; 2 — постоянного тока с полым якорем; 3 — постоянного тока с зубцовым якорем

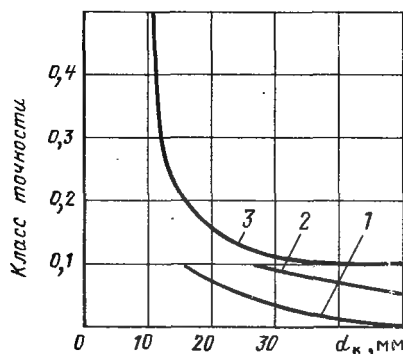


Рис. 11.29. Зависимости класса точности тахогенераторов от величины диаметра корпуса:

1 — асинхронные; 2 — постоянного тока с полым якорем; 3 — постоянного тока с зубцовым якорем

удельный синхронизирующий момент уменьшается, весьма важно выбрать такой СД, который обеспечил бы работу необходимого числа СП с сохранением удельного синхронизирующего момента. Зависимости удельного синхронизирующего момента контактных и бесконтактных СП от удельной мощности датчика при различном числе подключаемых приемников приведены на рис. 11.27.

При применении ВТ и селёсинов в рассредоточенных схемах счетно-решающих систем и систем дистанционных передач необходимо учитывать влияние на их работу линии связи и его изменение от температуры, а также наличие паразитных емкостей и ин-

дуктивностей между жилами кабеля вносят дополнительные амплитудные и фазовые погрешности схем на ВТ. Увеличение активного и индуктивного сопротивлений линии связи в индикаторных дистанционных передачах приводит к уменьшению удельного синхронизирующего момента, а в трансформаторных дистанционных передачах — к уменьшению выходного напряжения СП.

Уменьшение этих влияний, наряду с ограничением длины линии связи, достигается применением экранированных проводов и кабелей, шунтирующих, фазировочных, компенсационных и усилительных устройств и элементов.

Функциональные свойства ТГ постоянного и переменного тока также определенным образом зависят от их массы и габаритных размеров. На рис. 11.28 и 11.29 представлены кривые зависимостей крутизны характеристик и классов точности от диаметра корпуса асинхронных ТП и ТГ постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

11.3.5. Особенности эксплуатации электрических машин малой мощности

Работоспособность ЭММ существенно зависит от условий и режимов их работы в аппаратуре. Одним из основных факторов, влияющих на работоспособность ЭММ, является повышенная температура, воздействие которой определяет интенсивность изнашивания и старения узлов и деталей ЭММ в процессе эксплуатации.

Наибольшее влияние повышенная температура оказывает на работоспособность подшипникового узла, являющегося одним из слабых узлов ЭММ, особенно электродвигателей. Отказы подшипников чаще всего происходят из-за поломки сепаратора или перекоса внешнего кольца относительно внутреннего.

Характер зависимости средней наработки до отказа ЭММ от температуры окружающей среды показан на рис. 11.30.

При воздействии повышенной температуры происходит также ухудшение электрических и механических свойств изоляции, вызванное процессами теплового старения, которое приводит к потере эластичности изоляции и снижению ее электрической и механической прочности.

Заметное влияние на долговечность ЭММ, и в первую очередь коллекторных, оказывает пониженное атмосферное давление. При уменьшении атмосферного

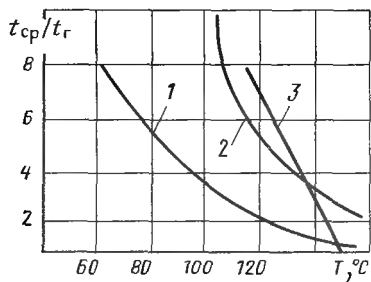


Рис. 11.30. Типичные зависимости среднего времени безотказной работы от температуры окружающей среды для двигателей постоянного тока (1), асинхронных (2) и бесконтактных селсинов (3):

t_r — время гарантийной наработки по ТУ; t_{cp} — среднее время наработки до отказа

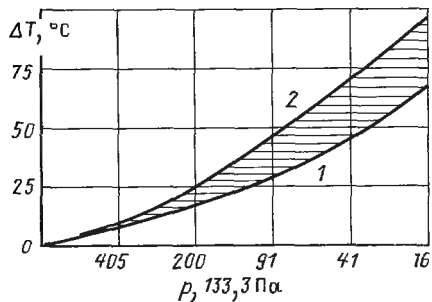


Рис. 11.31. Область значений дополнительного нагрева корпуса двигателя при понижении давления окружающего воздуха:

1 — $P_{ном} = 8$ Вт; 2 — $P_{ном} = 150$ Вт

давления ухудшаются условия теплоотдачи с поверхности ЭМММ, так как уменьшается интенсивность конвекционного теплообвода, а теплоотвод посредством излучения у ЭМММ составляет лишь 10–15% общей теплоотдачи. Нагрев ЭМММ при воздействии пониженного давления зависит от ее конструкции, мощности и коэффициента использования. На рис. 11.31 показана зависимость дополнительного нагрева коллекторных двигателей постоянного тока от пониженного давления при различной температуре окружающей среды. Для других видов ЭМММ характер зависимости сохраняется. Увеличение температуры ЭМММ, как было показано выше, приводит к снижению ее долговечности.

При работе коллекторных ЭМММ в условиях пониженного атмосферного давления, особенно в условиях глубокого вакуума,

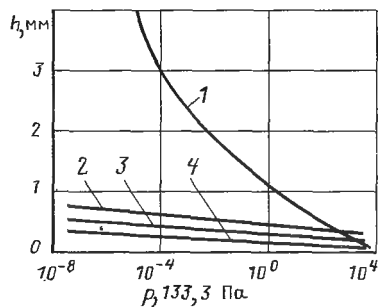


Рис. 11.32. Износ щеток различных марок в условиях пониженного давления окружающего воздуха за 10 ч работы при плотности тока $(50 \div 80) \cdot 10^3$ А/мм² и скорости скольжения щетки 2,5–3 м/с:

1 — МГС-7И; 2 — ВТ-1; 3 — ВТ-3; 4 — МГМ-1

кроме нагрева, происходит ускоренный износ щеток, обусловленный тем, что при понижении атмосферного давления значительно уменьшается содержание влаги и кислорода в воздухе, нарушается процесс образования полимеры (прослойки из окиси меди и графита) на поверхности коллекторных пластин, что приводит к увеличению коэффициента трения щеток о коллектор и быстрому их износу. На рис. 11.32 приведены графики, характеризующие износ щеток различных марок в зависимости от атмосферного давления.

Механические нагрузки оказывают наибольшее влияние на коллекторные двигатели и контактные ИЭМ. При воздействии механических нагрузок меняется переходное сопротивление между щеткой и коллектором. Воздействие вибрационных нагрузок на частотах, равных (или кратных) собственной резонансной частоте щеточно-коллекторного узла, может привести к весьма значительным изменениям переходного сопротивления. У коллекторных двигателей это существенно ухудшает коммутацию и приводит к ускоренному износу щеток и коллектора, а также к повышению уровня радиопомех, а при ускорениях, достигающих определенных значений на этих частотах, может иметь место полный разрыв контакта.

Механические нагрузки могут привести к короткому замыканию витков или обрыву провода обмоток, особенно если перед этим изоляция претерпела старение в результате других видов воздействий.

Механические нагрузки вызывают также обратимые изменения ряда параметров ЭМММ (частоты вращения и потребляемого

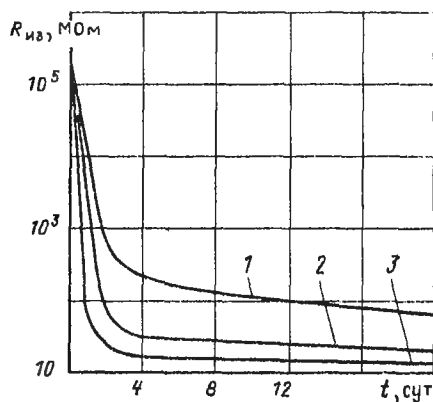


Рис. 11.33. Зависимости сопротивления изоляции ВТ различных типов от времени выдержки при воздействии повышенной влажности:

1 — контактные ВТ; 2, 3 — бесконтактные

тока двигателей, выходного напряжения ВТ, остаточный ЭДС ТГ и др.) и могут быть причиной ухода параметров за допустимые нормы.

При воздействии на ЭММ повышенной влажности окружающего воздуха происходит снижение сопротивления изоляции (рис. 11.33), уменьшается ее электрическая прочность. Влага проникает в имеющиеся в изоляции микротрещины и способствует их развитию (в совокупности с действием других факторов).

Применение ЭММ в системах автоматики атомных реакторов силовых и энергетических установок обуславливает необходимость их работы при длительном воздействии ионизирующих излучений (потока нейтронов и гамма-излучения). При этом происходят ионизация изоляции, структурные изменения изоляционных, смазочных, магнитных, конструкционных материалов, радиационный нагрев.

В зависимости от мощности дозы излучения сопротивление изоляции может снижаться на 2—3 порядка и более. Снижается электрическая и особенно механическая прочность изоляции; после прекращения облучения электроизоляционные свойства частично восстанавливаются, снижение механической прочности необратимо.

Наименее устойчива к воздействию излучений фторопластовая изоляция, более стойкими являются полиимидная и кремний-органическая изоляция и пластмассы с минеральными наполнителями. При воздействии

вибрации на облученную изоляцию она расстрескивается и осыпается.

Воздействие радиации приводит к ухудшению работы подшипниковых узлов. В результате радиолиза смазки (окисление, разрушение структуры загустителя, испарение летучих фракций) происходит увеличение вязкости вплоть до затвердевания. При этом увеличивается момент трения в подшипниках, растет потребляемый ток и напряжение трогания. Существенно снижаются ресурсные возможности подшипниковых узлов.

В ионизированной среде ухудшается работа щеточно-коллекторных узлов и центробежно-вибрационных регуляторов частоты вращения, что снижает работоспособность коллекторных машин. Точностные параметры ИЭМ могут выходить за пределы допустимых норм вследствие изменения магнитной проницаемости некоторых марок пермаллоя, применяемых для магнитопроводов. После облучения нейтронами металлы конструкции машин приобретают наведенную радиоактивность. Для создания машин с повышенной радиационной стойкостью применяются специальные материалы и комплектующие изделия.

11.3.6. Контроль качества перед установкой в аппаратуру, профилактика и хранение электрических машин малой мощности

Из-за возможных ошибок контролеров, а также нарушений правил транспортирования и хранения среди ЭММ, поступающих на заводы-изготовители аппаратуры, могут оказаться неработоспособные изделия. Учитывая, что контроль параметров в составе аппаратуры, практически невозможен, для дополнительной проверки ЭММ по параметрам, определяющим их работоспособность в аппаратуре, необходимо проводить входной контроль.

При проведении входного контроля ЭММ должны подвергаться, как правило, 100%-ной проверке. В исключительных случаях, когда сплошной контроль невозможен, допускается применение выборочного контроля.

Для установления работоспособности и степени пригодности выполнения изделием своих функций на входном контроле должны подвергаться проверке параметры и характеристики, проверяемые на приемо-сдаточных испытаниях.

Для выявления и устранения скрытых дефектов ЭММ могут подвергаться тренировкам (прогонам) непосредственно в аппаратуре или на стендах, имитирующих

реальные режимы эксплуатации. При этом режимы тренировок должны соответствовать режимам, указанным в ТУ на машины. Длительность тренировок не должна превышать 100 ч, а время тренировок считается частью времени гарантийной наработки.

На входном контроле не рекомендуется проводить специальный отбор изделий по более жестким нормам, чем это предусмотрено ТУ на них.

Для обеспечения необходимого уровня надежности для некоторых видов ЭММ предусматривается проведение профилактических (регламентных) работ, на этапах эксплуатации и хранения машин. Периодичность и содержание регламентных работ указывается в инструкциях по эксплуатации.

Наибольшую потребность в профилактическом обслуживании имеют машины со скользящими контактами (коллекторные электродвигатели и ТГ, контактные сельсины, ВТ, фазовращатели, ДУ угла). Разборка и ремонт ИЭМ не допускаются.

При хранении коллекторных двигателей в аппаратуре необходимо производить регулярные запуски их при номинальном напряжении питания и длительности работы 1–3 мин. Периодичность таких запусков указывается в инструкции по эксплуатации. Испытание потребителем электрической прочности изоляции токоведущих частей машин допускается не более 3 раз испытательным напряжением, пониженным на 20% относительно полного значения.

Для обеспечения безотказной работы ЭММ необходимо строго соблюдать правила их хранения, указанные в инструкциях по хранению, так как воздействие совокупности факторов окружающей среды вызывает старение изоляционных и смазочных материалов, коррозию металлических поверхностей.

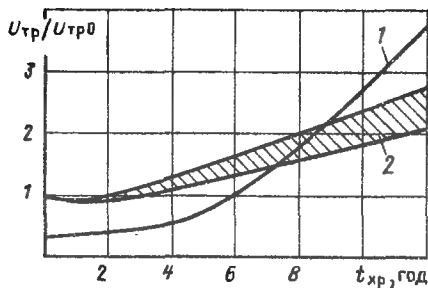


Рис. 11.34. Характер изменения напряжения трогания коллекторных (1) и асинхронных (2) двигателей в процессе хранения

Процесс старения смазки (испарение, химическое разложение, окисление и т. д.) связан с увеличением вязкости и образованием осадка, который, откладываясь на вращающихся частях подшипника, нарушает балансировку, увеличивает трение и ухудшает теплоотвод. Следствием старения смазки является увеличение статического момента трения, что приводит к увеличению напряжения трогания у двигателей (рис. 11.34) и ухудшению точности индикаторных ИЭМ (рис. 11.35).

Длительное хранение оказывает неблагоприятное воздействие на работоспособность щеточно-коллекторного узла. Вследствие роста окисной пленки на коллекторных пластинах (кольцах) увеличивается переходное сопротивление между щеткой и коллектором, что приводит к нестабильности контакта или полной его потере. В этом случае двигатели могут иметь высокое напряжение трогания или не будут запускаться; существенно ухудшается точность следящих и решающих систем, построенных на ИЭМ.

Перед установкой в аппаратуру двигатели, прошедшие длительное хранение, необходимо включать под номинальное напряжение питания на 10–15 мин работы на холостом ходу. Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения следует включать на пониженное напряжение, при котором частота вращения на холостом ходу должна быть в пределах номинальной. После подключения напряжения питания окисная пленка, как правило, пробивается и по мере вращения якоря снимается с поверхности коллектора. Работоспособность двигателей восстанавливается, а напряжение трогания снижается до нормального уровня. Включение двигателя под напряжение и кратковременная работа до установки в аппаратуру способствуют уменьшению напряжения трогания за счет снижения вязкости смазки, которая после длительного хранения находится, как правило, в загустевшем состоянии.

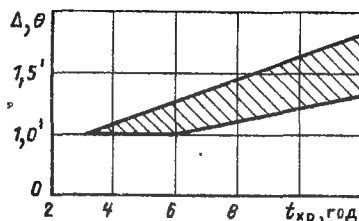


Рис. 11.35. Характер изменения погрешности следования сельсинов в процессе хранения

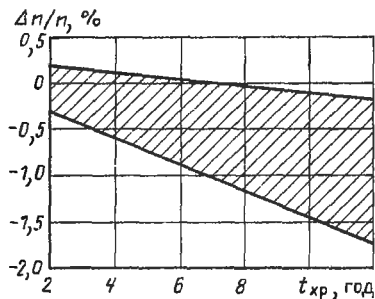


Рис. 11.36. Область относительного изменения частоты вращения двигателей постоянного тока с центробежно-вибрационным регулятором в процессе хранения

Значительно труднее происходит восстановление нормальной работы контактного узла ИЭМ, так как контактные ИЭМ работают на низких частотах вращения, поэтому восстановление нормальной работы контакта происходит медленнее по сравнению с двигателями.

При длительном хранении, особенно при воздействии повышенной температуры и ее циклических изменениях, вследствие усталостных явлений в металлах ухудшаются упругие свойства контактных пружин у двигателей с центробежным регулятором частоты вращения, что приводит к уходу частоты вращения двигателей за пределы, установленные в ТУ (рис. 11.36).

Длительное хранение ухудшает также электрические и механические свойства изоляции ЭМММ. В результате старения изоляция становится хрупкой, в ней появляются трещины и расслоения. Проникновение влаги в изоляционные материалы также сопровождается ухудшением их диэлектрических

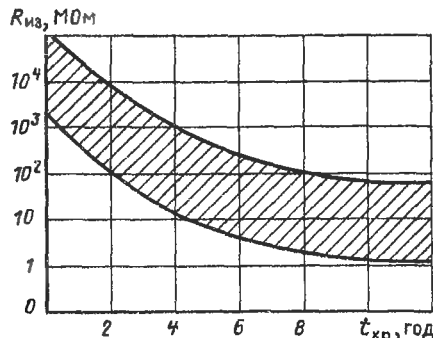


Рис. 11.37. Характер изменения сопротивления изоляции электрических машин в процессе хранения

свойств. Это приводит к снижению сопротивления изоляции (рис. 11.37) и ее электрической прочности. Однако после просушки машин в нормальных условиях окружающей среды или при повышенной температуре сопротивление изоляции восстанавливается практически до первоначальных значений.

Воздействие окружающей среды, особенно при наличии агрессивных примесей, вызывает коррозию незащищенных металлических деталей. При длительном хранении такие детали следует защищать смазками ЦИАТИМ-221 или САМ-3, обладающими высокими антикоррозионными свойствами.

Существенное влияние длительное хранение оказывает на безотказность и наработку ЭМММ.

Оптимальными условиями хранения ЭМММ следует считать: температуру 5–15°C с перепадом за сутки не более 5°C, относительную влажность воздуха в пределах 40–55%, отсутствие осадков, пыли, активных веществ и биологических влияний.

АСИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

12.1. Силовые асинхронные двигатели

В системах автоматики применяются два вида асинхронных двигателей (АД) малой мощности: силовые и управляемые.

Среди силовых АД лучшие характеристики имеют трехфазные, поскольку они обладают наибольшей симметрией магнитного поля, которое во всех режимах работы остается практически круговым. Конденсаторные АД (двухфазные) уступают трехфазным того же габарита по значениям полезной мощности, вращающего и пускового моментов примерно на $\frac{1}{3}$.

Трехфазные АД на частоту питающего напряжения 400 и 50 Гц имеют КПД от 15 до 85% (большие значения КПД соответствуют большим значениям полезной

мощности P_2) при кратностях пускового момента от 1,7 до 4,5. Трехфазные АД имеют хорошие массообъемные показатели (отношение массы и объема АД к его полезной мощности). По этим показателям они уступают только коллекторным двигателям постоянного тока.

Конденсаторные АД имеют кратности пускового момента от 0,1 до 0,5 и максимального от 1,4 до 2. Массообъемные показатели их на 40–60% хуже, чем трехфазных АД (с учетом массы и объема конденсатора). Асинхронные двигатели с рабочим и пусковым конденсаторами применяются редко, хотя у них и удается получить высокие кратности пускового момента (до 5–6). При выборе силовых АД

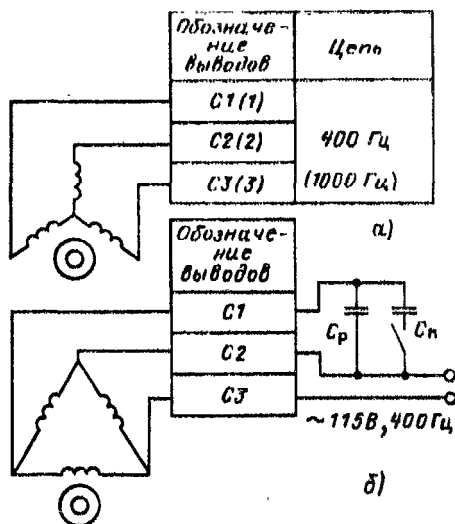


Рис. 12.1. Схемы включения трехфазных двигателей серии ДА на частоты напряжения питания 400 и 1000 Гц при соединении обмоток в звезду (а) и треугольник (б). В скобках указаны выводы для двигателя ДАТ 21920:

C_p , C_n — рабочий и пусковой конденсаторы

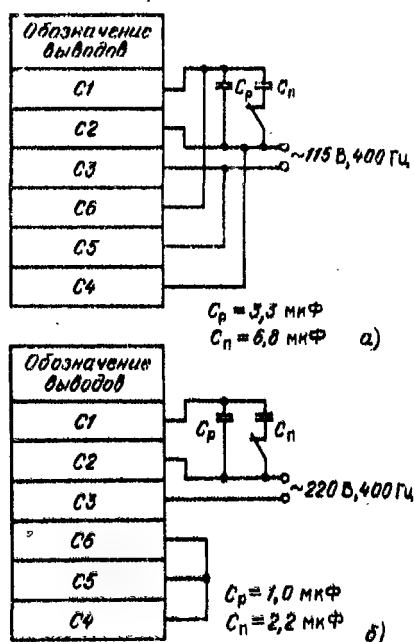


Рис. 12.2. Схемы включения двигателей ДАО 42441 на напряжения 115 В (а) и 220 В (б)

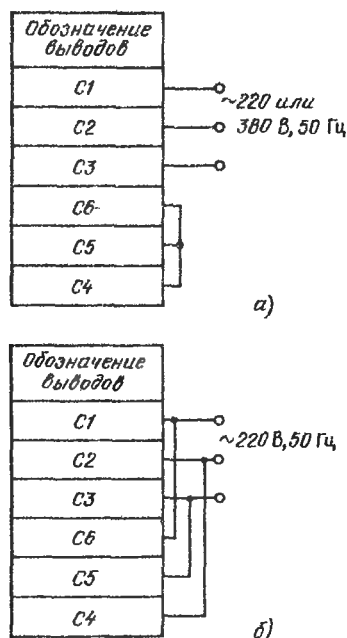


Рис. 12.3. Схемы включения двигателей серии ДА на частоту напряжения питания 50 Гц в трехфазную сеть при соединении обмоток в звезду (а) и в треугольник (б)

предпочтение должно быть отдано трехфазным при наличии соответствующего источника питания.

12.1.1. Двигатели серии ДА

Трехфазные (ДАТ) и однофазные (ДАО) двигатели этой серии отличаются высокой степенью использования объема, наличием

встроенных камер-аккумуляторов для подпитки подшипников жидкой фазой высококачественной смазки, повышенной точностью изготовления и высоким качеством электромагнитных, конструкционных и изоляционных материалов. Двигатели на частоту напряжения питания 50 Гц являются универсальными по способу включения в сеть. Двигатели ДАТ второй конструктивной модификации (в условном обозначении последняя цифра — 2) снабжены устройством для герметичного ввода кабеля питания и для обеспечения защиты от проникновения воды со стороны выходного конца вала. Режим работы продолжительный (S1) или повторно-кратковременный (S5).

Условия эксплуатации двигателей серии ДА

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 1—2000

ускорение, м/с² 100

Ударные нагрузки, м/с² 400

Повышенная температура окружающей среды, °С:

ДАТ 42271, ДАТ 51271,
ДАТ 53271 и двигатели на
400 Гц 100

ДАТ 31271, ДАТ 32271,
ДАТ 53172, ДАТ 53182 85

ДАТ 80-40-6 55

ДАТ 53172-2, ДАТ 53182-2 40

Пониженная температура окружающей среды, °С —60

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка двигателей, ч:

на 400 Гц 5000

на 50 Гц 10 000

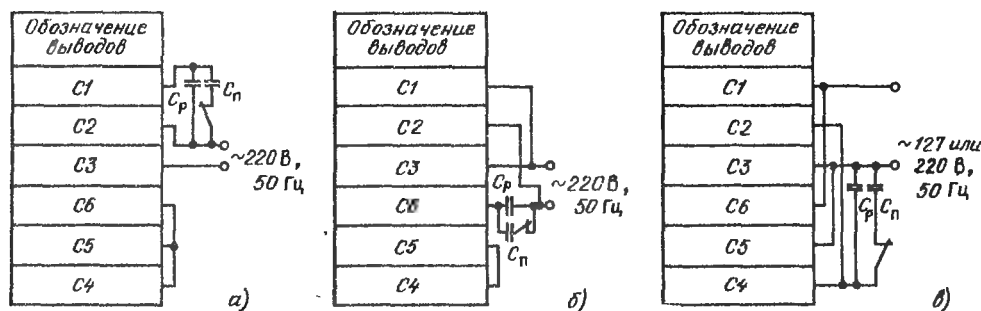


Рис. 12.4. Схемы включения двигателей серии ДА на частоту напряжения питания 50 Гц в однофазную сеть при соединении обмоток в звезду (а), по схеме «с оторванной фазой» (б) и в треугольник (в)

Таблица 12.1. Технические данные трехфазных и однофазных двигателей серии ДА на частоту напряжения питания (400 ± 20) Гц

Тип двигателя	U, В	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, 10^{-4} Н·м	$M_{\text{п}}$, 10^{-4} Н·м	M_{max} , 10^{-4} Н·м	P_1 , Вт	$P_{1\text{к,з}}$, Вт	$I_{\text{ном}}$, А	$I_{\text{п}}$, А	КПД, %	$\cos \varphi$	J_p , 10^{-6} кг·м ²	L_A , дБ	Режим работы по ГОСТ 183-74
ДАТ 11411	$36 \pm 1,8$	1,6	4800	33,3	49	56,8	18	27	0,45	0,6	13	0,58	0,6	50	S1
ДАТ 11411-5															S5
ДАТ 21411		6	5000	117,5	235	294	25	80	0,8	1,6	30	0,48	2	55	S1, S5
ДАТ 21571 ДАТ 21572 ДАТ 21573	$220 \pm \frac{11}{22}$	10	7000	147	235	294	30	75	0,15	0,3	44	0,49	2	55	S1
ДАТ 21670 ДАТ 21671	$220 \pm \frac{10}{11}$	25	10 700	226	430	540	45	175	0,2	0,62	65	0,63	2	60	S1
ДАТ 22660	200 ± 10	40	10 600	373	568	685	78	295	0,35	1,4	56	0,56	3	60	S1
ДАТ 22671 ДАТ 22672 ДАТ 22673	$220 \pm \frac{11}{22}$	40	10 500	373	588	735	75	270	0,3	1	58	0,6	3	60	S1
ДАТ 31461	200 ± 10	16	5000	294	490	745	36	120	0,25	0,6	45	0,40	5,5	60	S1, S5
ДАТ 31660	200 ± 10	60	10 800	540	980	1320	105	470	0,45	1,9	59	0,56	5,5	65	S1
ДАТ 32461		25	5100	490	784	1225	60	210	0,4	1	50	0,43	9	60	S1, S5
ДАТ 32671 ДАТ 32672 ДАТ 32673	$220 \pm \frac{11}{22}$	90	10 900	835	1760	2940	145	700	0,6	2,8	73	0,62	9	65	S1
ДАО 32641	115 ± 6	60	11 000	540	880	980	100	460	0,95	4,2	76	0,82	9,0	65	S1
ДАТ 41461	200 ± 10	40	5000	785	1175	1570	80	250	0,5	1,35	55	0,43	18	65	S1, S5
ДАО 42441	115 ± 6 или 220 ± 11	40	5400	735	1570/1860	1370	88	380/360	1,00/0,62	3,5/2	56	0,7	27	60	S1

ДАТ 42461	200 ± 10	60	5100	1175	1765	2450	115	330	0,7	1,9	60	0,48	27	65	S1, S5
ДАТ 42561 ДАТ 42564		90	7000	1200	2540	2740	150	650	0,85	3,5	65	0,50	27	70	S1
ДАТ 42671 ДАТ 42672 ДАТ 42673	220 ± $\frac{11}{22}$	180	10800	1620	3620	4900	260	1250	1,10	5	76	0,7	27	65	S1
ДАТ 52461	200 ± 10	120	5100	2260	3620	4310	200	560	1,10	3,2	65	0,53	77	70	S1, S5
ДАТ 53671 ДАТ 53672 ДАТ 53673	220 ± $\frac{11}{22}$	370	11 400	3240	5400	8810	500	2200	1,70	12	80	0,74	81	70	S1
ДАТ 61560-1 ДАТ 61561-1	200 ± 10	370	7400	4900	14 700	19 600	520	2700	3,1	17	77	0,5	180	68	S1
ДАТ 61570-1 ДАТ 61571-1	220 ± 11	370	7400	4900	14 700	19 600	520	2700	2,8	15	77	0,5	180	68	S1
ДАТ 62461	200 ± 10	370	5200	6560	12 250	18 300	520	1400	2,8	10,5	75	0,52	250	70	S1, S5
ДАТ 62671 ДАТ 62672 ДАТ 63673	200 ± $\frac{11}{22}$	750	11 500	6460	12 750	29 400	960	3800	3,3	25	84	0,77	250	70	S1
ДАТ 71560-1 ДАТ 71561-1	200 ± 10	750	7400	10 300	33 300	36 200	1050	6500	5,3	33	78	0,5	460	70	S1
ДАТ 71570-1 ДАТ 71571-1	220 ± 11	750	7400	10 300	33 300	36 200	1050	6500	5,0	30	78	0,5	460	70	S1
ДАТ 80-40-6	220 ± 11	40	5400	700	830	1470	80	210	0,45	1,8	61	0,45	45	70	S1

Примечание. В таблице приняты обозначения: $P_{1кз}$ — потребляемая мощность в режиме короткого замыкания; J_D — момент инерции ротора; L_A — уровень звука; остальные обозначения — см. табл. 11.3.

Таблица 12.2. Технические данные трехфазных двигателей серии ДА на частоту напряжения питания 50 ± 1 Гц [режим работы – продолжительный (S1)]

Тип двигателя	Схема включения, рис.	U, В	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, 10 ⁻⁴ Н·м	$M_{\text{п}}$, 10 ⁻⁴ Н·м	M_{max} , 10 ⁻⁴ Н·м	$P_{1\text{ном}}$, Вт	$P_{1\text{кз}}$, Вт	$I_{\text{ном}}$, А	$I_{\text{п}}$, А	КПД, %	cos φ	J_p , 10 ⁻⁶ кг·м ²	L_A , дБ
ДАТ 31271	12.3, а	220 ± 22	6	2600	236	422	471	35	80	0,16	0,3	25	0,6	6	55
	12.4, а		4		147	147	236	30	60			20	0,8		
ДАТ 32271	12.3, а	220 ± 22	10	2600	372	745	780	35	130	0,18	0,4	39	0,6	9,22	55
	12.4, а		6		225	245	353	30	80			30	0,8		
ДАТ 42271	12.3, а	220 ± 22	25	2700	980	1760	1960	60	250	0,20	0,8	58	0,7	28,4	65
	12.4, а		16	2750	588	245*	980	50	130*			0,7*	52		
	12.4, б					1570			230			1,8	50		
ДАТ 51271	12.3, а	220 ± 22	40	2700	1470	3400	3400	90	400	0,3	1,2	63	0,7	53,8	65
	12.4, а		25	2750	930	390*	1570	70	230*			1*	58		
	12.4, б					2650			400			2,3	57		
ДАТ 53271	12.3, а	220 ± 22	90	2700	3240	8140	8140	150	880	0,6	2,7	68	0,75	92,1	65
	12.4, а		60	2750	2150	590*	3500	125	480*			2,5*	66		
	12.4, б					4950			650			3,3	63		
ДАТ 53172	12.3, а	220 ± 22	60	1280	4600	7350	8800	125	470	0,55	1,5	58	0,6	92,1	55
	12.4, а		40	1320	3040	1270*	4600	95	250*			1,5*	52		
	12.4, в	127 ± 12,7				4600			330	0,95	2,95				
ДАТ 53172-2	12.3, а	220 ± 11	60	1280	4600	7350	8800	125	470	0,55	1,5	58	0,6	92,1	55
	12.4, а		40	1320	3040	1270*	4600	95	250*			1,5*	52		
	12.4, в	127 ± 6,4				4600			330	0,95	2,95				
ДАТ 53182	12.3, а	380 ± 38	60	1280	4600	7350	8800	125	470	0,32	0,9	58	0,6	92,1	55
	12.3, б	220 ± 11								0,55	1,55				
	12.4, в	220 ± 22	40	1320	3040	4600	4600	95	330		1,7	52	0,83		
ДАТ 53182-2	12.3, а	380 ± 19	60	1280	4600	7350	8800	125	470	0,32	0,9	58	0,6	92,1	55
	12.3, б	220 ± 11								0,55	1,55				
	12.4, в	220 ± 11	40	1320	3040	4600	4600	95	330		1,7	52	0,83		

* При отключенном пусковом конденсаторе.

Таблица 12.3. Допустимые нагрузки двигателей серии ДА в повторно-кратковременном режиме (S5)

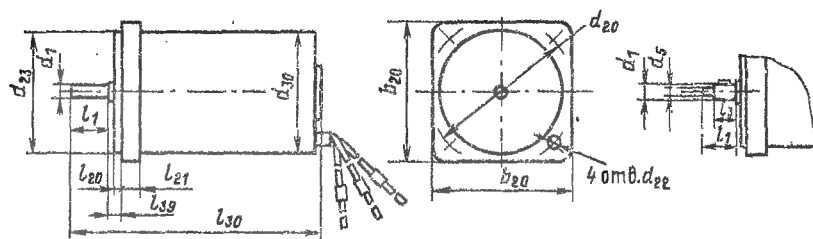
Тип двигателя	Длительность цикла, с	Продолжительность включения, с, не более	Момент инерции нагрузки 10^{-4} кг·м ² , не более	Момент нагрузки, 10^{-4} Н·м, не более	Тип двигателя	Длительность цикла, с	Продолжительность включения, с, не более	Момент инерции нагрузки 10^{-4} кг·м ² , не более	Момент нагрузки, 10^{-4} Н·м, не более
ДАТ 11411-5	50	20	0,196	11,7	ДАТ 41461	6	3	55	343
ДАТ 21411	5	2	0,196	29,4	ДАТ 42461	6	2	98	870
ДАТ 31461	6	3	1,67	78,5	ДАТ 52461	6	3	393	1220
ДАТ 32461	5	2	27,5	171	ДАТ 62461	4	2	980	2940

Таблица 12.4. Параметры фазосдвигающих конденсаторов

Тип двигателя	Схема включения, рис.	Емкость конденсатора, мкФ		Рабочее напряжение конденсатора при 50 Гц, В	
		C_p	C_n	C_p	C_n
ДАТ 31271 ДАТ 32271	12.4, а	$1,2 \pm 0,12$ $1,2 \pm 0,12$	$1,8 \pm 0,18$ $3,3 \pm 0,33$	250 250	250 250
ДАТ 42271	12.4, а 12.4, б	$2,2 \pm 0,22$ $1,5 \pm 0,15$	— 10 ± 1	300 350	— 350
ДАТ 51271	12.4, а 12.4, б	$3,3 \pm 0,33$ $2,2 \pm 0,22$	— $15 \pm 1,5$	300 350	— 350
ДАТ 53271	12.4, а 12.4, б	$4,7 \pm 0,47$ $3,3 \pm 0,33$	— $25 \pm 2,5$	300 350	— 350
ДАТ 53172	12.4, а 12.4, в	$6,8 \pm 0,68$ 20 ± 2	$15 \pm 1,5$ $45 \pm 4,5$	320 190	350 200
ДАТ 53172-2	12.4, а 12.4, б	$5,6 \pm 0,56$ $16,8 \pm 0,17$	$15 \pm 1,5$ $45 \pm 4,5$	320 190	350 200
ДАТ 53182 ДАТ 53182-2	12.4, б	$6,8 \pm 0,68$ $5,6 \pm 0,56$	$15 \pm 1,5$ $15 \pm 1,5$	320 320	350 350

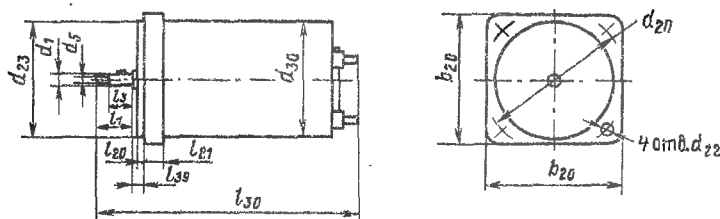
Примечание. C_p , C_n — рабочий и пусковой конденсаторы.

Таблица 12.5. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДА фланцевых с гибкими выводами



Тип двигателя	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	l_1	l_3	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{39}	b_{20}	Масса, кг
ДАТ 21670	4	—	50		40	40	12	—			73		47	0,26
ДАТ 22660	4	—	50	4,5	40	40	12	—	2,5	7	85	3,5	47	0,35
ДАТ 31660	5	—	60		50	50	14	—			80		56	0,45
ДАТ 61560-1	9	M8×0,5	115	10	95	100	20	12	3	14	138	4	106	3,2
ДАТ 61570-1	9	M8×0,5	115		95	100	20	12	3	14	138	4	106	3,2
ДАТ 71560-1	12	M10×0,5	130		110	120	30	18	3,5	15	175	4,5	126	5,8
ДАТ 71570-1	12	M10×0,5	130		110	120	30	18	3,5	15	175	4,5	126	5,8

Таблица 12.6. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДА фланцевых с клеммной колодкой

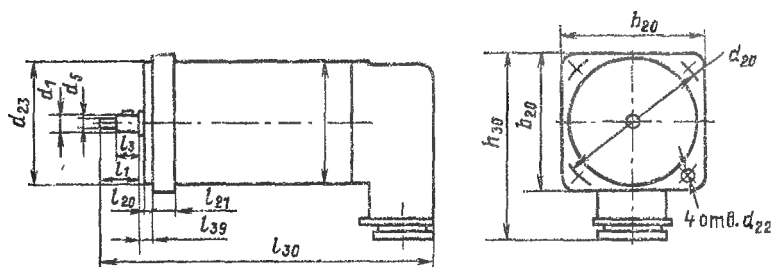


Тип двигателя	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{30}	l_1	l_3	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{39}	b_{20}	Масса, кг
ДАТ 11411	3	M3	40	3,4	32	32	10	7	2	6,5	66	3	37	0,115
ДАТ 11411-5	3	M3	40	3,4	32	32	10	7	2	6,5	66	3	37	0,115
ДАТ 21411	4	M3	50	4,5	40	40	12	8	2,5	7	84	3,5	47	0,26
ДАТ 21571	4	M3	50	4,5	40	40	12	8	2,5	7	84	3,5	47	0,26
ДАТ 21671	4	M3	50	4,5	40	40	12	8	2,5	7	84	3,5	47	0,26
ДАТ 22671	4	M3	50	4,5	40	40	12	8	2,5	7	94	3,5	47	0,35
ДАТ 31461	5	M4	60	4,5	50	50	14	9	2,5	7	88	3,5	56	0,45
ДАТ 32461	5	M4	60	4,5	50	50	14	9	2,5	7	102	3,5	56	0,58
ДАО 32641	5	M4	60	4,5	50	50	14	9	2,5	7	102	3,5	56	0,58
ДАТ 32671	5	M4	60	4,5	50	50	14	9	2,5	7	102	3,5	56	0,58
ДАТ 41461	6	M4	75	5,8	60	60	16	10	2,5	7,5	103	3,5	66	0,7
ДАТ 42271	6	M4	75	5,8	60	60	16	10	2,5	7,5	118	3,5	66	1
ДАО 42441	6	M4	75	5,8	60	60	16	10	2,5	7,5	118	3,5	66	1

Продолжение табл. 12.6

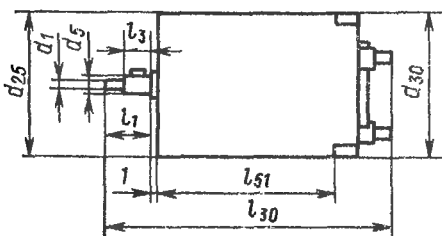
Тип двигателя	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{30}	l_1	l_3	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{39}	b_{20}	Масса, кг
ДАТ 42461	6	M4	75	5,8	60	60	16	10	2,5	7,5	118	3,5	66	1
ДАТ 42461	6	M4	75	5,8	60	60	16	10	2,5	7,5	118	3,5	66	1
ДАТ 42564	6	M4	70	5,5	60	60	16	10	2,5	7,5	118	3,5	61	1
ДАТ 42671	6	M4	75	5,8	60	60	16	10	2,5	7,5	118	3,5	66	1
ДАТ 51271	8	M6×0,5	100	7	80	80	20	12	3	13	126	4	86	1,7
ДАТ 52461	8	M6×0,5	100	7	80	80	20	12	3	13	144	4	86	2,2
ДАТ 53271	8	M6×0,5	100	7	80	80	20	12	3	13	144	4	86	2,2
ДАТ 53671	8	M6×0,5	100	7	80	80	20	12	3	13	144	4	86	2,2
ДАТ 61561-1	9	M8×0,5	115	10	95	100	20	12	3	14	150	4	106	3,2
ДАТ 61571-1	9	M8×0,5	115	10	95	100	20	12	3	14	150	4	106	3,2
ДАТ 62461	9	M8×0,5	115	10	95	100	20	12	3	14	170	4	106	4,1
ДАТ 62671	9	M8×0,5	115	10	95	100	20	12	3	14	170	4	106	4,1
ДАТ 71561-1	12	M10×0,5	130	10	110	120	30	18	3,5	15	187	4,5	126	5,8
ДАТ 71571-1	12	M10×0,5	130	10	110	120	30	18	3,5	15	187	4,5	126	5,8

Таблица 12.7. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДА с защитным кожухом для кабеля питания



Тип двигателя	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	l_1	l_3	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{39}	b_{20}	h_{30}	Масса, кг
ДАТ 21572	4	M3	50	4,5	40	40	12	8	2,5	7	102	3,5	47	70	0,32
ДАТ 22672	4	M3	50	4,5	40	40	12	8	2,5	7	114	3,5	47	70	0,4
ДАТ 32672	5	M4	60	4,5	50	50	14	9	2,5	7	124	3,5	56	80	0,66
ДАТ 42672	6	M4	75	5,8	60	60	16	10	2,5	7,5	135	3,5	66	90	1,1
ДАТ 53672	8	M6×0,5	100	7	80	80	20	12	3	13	170	4	86	110	2,4
ДАТ 53172															
ДАТ 53172-2															
ДАТ 53182															
ДАТ 53182-2	9	M8×0,5	115	10	95	100	20	12	3	14	195	4	106	125	4,3
ДАТ 80-40-6															
ДАТ 62672	9	M8×0,5	115	10	95	100	20	12	3	14	195	4	106	125	4,3

Таблица 12.8. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДА бесфланцевых с клеммной колодкой



Тип двигателя	d_1	d_5	d_{25}	d_{30}	l_1	l_3	l_{30}	l_{51}	Масса, кг
ДАТ 21573	4	M3	40	40	12	8	84	51	0,26
ДАТ 22673	4	M3	40	40	12	8	94	63	0,35
ДАТ 32673	5	M4	50	50	14	9	102	70	0,58
ДАТ 42673	6	M4	60	60	16	10	118	82	1
ДАТ 53673	8	M6 × 0,5	80	80	20	12	144	95	2,2
ДАТ 62673	9	M6 × 0,5	100	100	20	12	170	120	4,1

Схемы включения в сеть трехфазных и однофазных двигателей серии ДА показаны на рис. 12.1–12.4, технические данные – в табл. 12.1, 12.2, допустимые нагрузки двигателей в повторно-кратковременном режиме работы (S5) – в табл. 12.3, параметры рабочего C_p и пускового C_n конденсаторов – в табл. 12.4, габаритные и установочные размеры и масса двигателей – в табл. 12.5–12.8.

12.1.2. Двигатель ДАТ 21920

Технические данные двигателя ДАТ 21920

Напряжение питания, В	40 ± 2
Число фаз	3
Частота напряжения питания, Гц 1000 ± 25	
Номинальная мощность, Вт	16
Частота вращения, об/мин	14000
Номинальный вращающий момент, 10^{-4} Н·м	118
Начальный пусковой момент, 10^{-4} Н·м	170
Максимальный вращающий момент, 10^{-4} Н·м	294
Потребляемая мощность в номинальном режиме, Вт	40
Потребляемая мощность в режиме короткого замыкания, Вт	110
Потребляемый ток в номинальном режиме, А	1,6
Начальный пусковой ток, А	3,7

Коэффициент полезного действия, %	50
Коэффициент мощности	0,3
Момент инерции ротора, 10^{-6} кг·м ²	2,05
Масса, кг	0,26
Уровень звука, дБ	6

Условия эксплуатации двигателя ДАТ 21920

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1–2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	–60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	750

Габаритные и установочные размеры двигателей ДАТ21920 приведены на рис. 12.5.

12.1.3. Двигатели серии УАД

Универсальные по способу включения в сеть двигатели серии УАД выпускаются с одним или двумя выходными концами вала, с фланцевым креплением и креплением по корпусу. Режим работы – продолжительный S1. Основные технические данные двигателей серии УАД приведены в табл. 12.9, 12.10, схемы включения – на рис. 12.6.

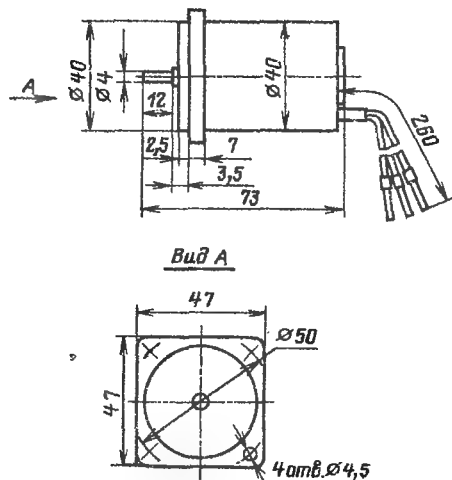


Рис. 12.5. Габаритные и установочные размеры двигателя ДАТ21920

Таблица 12.9. Технические данные двигателей серии УАД, работающих в трехфазном режиме [напряжение питания (220 ± 22) В, частота 50 Гц]

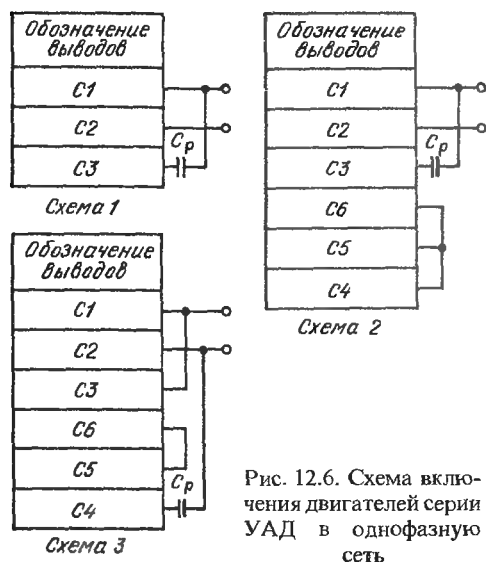
Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}, \text{Вт}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$M_{10\text{ном}}, 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	$M_{\text{н}}, 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	$M_{\text{нмк}}, 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	$P_{1\text{ном}}, \text{Вт}$	$P_{1\text{к.з}}, \text{Вт}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$I_{\text{н}}, \text{А}$	КПД, %	$\cos \varphi$	$J_F, 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	$L_A, \text{лБ}$	$v_A, \text{мм/с}$
УАД-12	1,5	2760	52	129	129	10,7	25	0,06	0,11	14	0,4	130	45	1,1
УАД-22	4	2760	138	207	276	18,2	50	0,10	0,2	22	0,5	432	45	1,8
УАД-32	7	2760	242	486	486	23,4	78	0,11	0,28	30	0,4	566	60	1,8
УАД-42	13	2760	450	900	900	29	136	0,16	0,52	45	0,5	1365	65	2,8
УАД-52	20	2760	690	1380	1380	39	225	0,18	0,81	51	0,5	1720	65	2,8
УАД-62	40	2760	1385	2080	2080	67	395	0,25	1,5	60	0,5	4350	65	1,8
УАД-72	70	2760	2420	3630	3630	108	730	0,40	2,7	65	0,5	6000	70	1,8
УАД-24	1,2	1330	86	129	172	13,4	24	0,05	0,08	9	0,5	4320	45	1,8
УАД-34	2,5	1330	184	276	276	22,8	40	0,11	0,16	11	0,5	566	60	1,8
УАД-44	6	1340	433	650	650	30	67	0,13	0,28	20	0,5	1305	65	2,8
УАД-54	9	1340	649	970	970	36	121	0,17	0,43	25	0,5	1720	65	2,8
УАД-64	20	1340	1445	2160	2160	50	165	0,25	0,76	40	0,5	4350	65	1,8
УАД-74	30	1340	2160	3240	3240	60	290	0,30	1,10	50	0,5	6000	70	1,8

* v_A — вибрационная скорость — показатель собственной вибрации двигателей.

Таблица 12.10. Технические данные двигателей серии УАД, работающих в однофазном режиме [напряжение питания (220 ± 22) В, частота 50 Гц]

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}, \text{Вт}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$M_{10\text{ном}}, 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	$M_{\text{н}}, 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	$M_{\text{нмк}}, 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	$P_{1\text{ном}}, \text{Вт}$	$P_{1\text{к.з}}, \text{Вт}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$I_{\text{н}}, \text{А}$	КПД, %	$\cos \varphi$	Параметры рабочего конденсатора		Схема включения (рис. 12.6)
												$C_p, \text{мкФ}$	$U_p, \text{В}$	
УАД-12	1	2800	34	17	68	10	14	0,055	0,11	10	0,7	$0,5 \pm 0,05$	300	1
УАД-12А*	2	2700	71	35/7	1106/128	10/14	15/19	0,10/0,12	0,15/0,18	20/14	0,7	$2,0 \pm 0,2$	300	2(3)
УАД-22	3	2800	100	52	208	17,6	25	0,085	0,17	17	0,8	$1,0 \pm 0,1$	300	1
УАД-32	5	2800	170	51	255	21	37	0,11	0,28	23	0,8	$1,5 \pm 0,15$	300	1
УАД-42	10	2800	340	100	510	23	65	0,13	0,42	44	0,8	$1,5 \pm 0,15$	300	1
УАД-52	18	2800	610	184	920	36	120	0,19	0,67	50	0,8	$2,0 \pm 0,2$	300	1
УАД-62	30	2800	1020	208	1560	58	210	0,32	1,2	51	0,8	$4,0 \pm 0,4$	350	3
УАД-72	50	2800	1700	170	2550	84	418	0,42	2,1	60	0,8	$5,0 \pm 0,05$	350	3
УАД-24	1	2320	72	35	108	11,5	14	0,055	0,08	9	0,8	$0,5 \pm 0,05$	300	3
УАД-34	2	1320	144	72	216	18,5	21	0,1	0,15	11	0,8	$1,0 \pm 0,1$	300	3
УАД-44	4	1340	286	143	428	29	50	0,14	0,21	14	0,8	$2,0 \pm 0,2$	300	3
УАД-54	8	1340	576	285	855	32	55	0,16	0,32	25	0,8	$2,0 \pm 0,2$	300	1
УАД-64	15	1340	1070	321	1600	43	81	0,23	0,58	35	0,8	$3,0 \pm 0,3$	300	1
УАД-74	25	1340	1780	356	2670	56	150	0,3	0,9	45	0,8	$4,0 \pm 0,4$	300	1

* Напряжение питания $(127 \pm 12,7)$ В.



Габаритные и установочные размеры и масса двигателей серии УАД приведены в табл. 12.11.

Условия эксплуатации двигателей серии УАД

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	5—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	
—60 ÷ +80	
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	
98	
Гарантийная наработка, ч . . .	
3000	

12.1.4. Двигатели серии АОЛП

Трехфазные двигатели выпускаются в четырех конструктивных исполнениях — крепление на лапах или фланцевое, с одним или двумя выходными концами вала. Режим работы — продолжительный (S1). Технические данные двигателей АОЛП приведены в табл. 12.12.

Условия эксплуатации двигателей АОЛП

Вибрационные нагрузки:	
частота, Гц	25
ускорение, м/с ²	20
Ударные нагрузки, м/с ²	80
Температура окружающей среды, °С	
—50 ÷ +60	

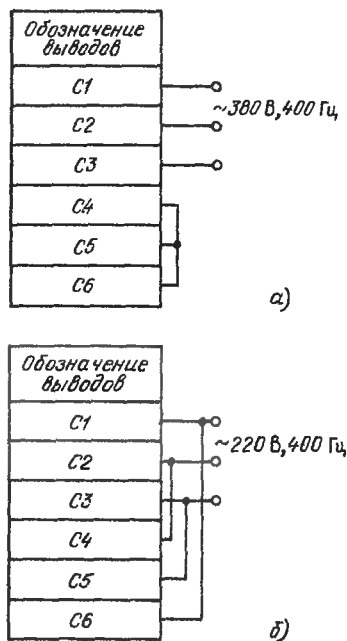


Рис. 12.7. Схемы включения двигателей АОЛП

Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	
98	
Гарантийная наработка, ч . . .	
7000	

Схемы включения двигателей АОЛП представлены на рис. 12.7, а, б, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.13.

12.1.5. Двигатель АСД-2

Универсальный по способу включения в сеть двигатель фланцевого крепления имеет встроенный электромагнитный тормоз и датчик направления вращения, контакты которого срабатывают при частоте вращения около 20 об/мин. Режим работы — продолжительный (S1).

Схемы включения двигателя АСД-2 приведены на рис. 12.8, технические данные — в табл. 12.14.

Условия эксплуатации двигателей АСД-2

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	150

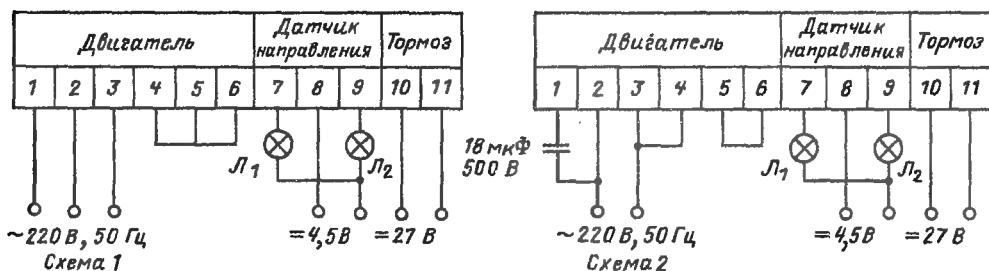


Рис. 12.8. Схемы включения двигателя АСД-2 в трехфазную и однофазную сеть

Температура окружающей среды, °С 0—50
 Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % 98
 Гарантийная наработка, ч 2500

Габаритные и установочные размеры двигателей АСД-2 приведены на рис. 12.9.

12.1.6. Двигатель АСД-3

Двигатель АСД-3 — однофазный. Крепление двигателя — фланцевое с двумя выходными концами вала. Режим работы — продолжительный (S1).

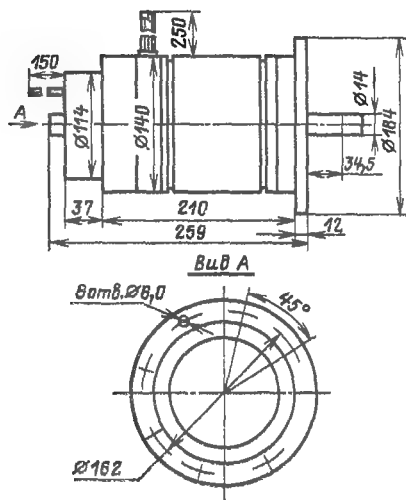


Рис. 12.9. Габаритные и установочные размеры двигателя АСД-2

Технические данные двигателя АСД-3	
Напряжение питания, В	220 ± 22
Частота напряжения питания, Гц	50 ± 2
Полезная мощность, Вт	60
Частота вращения, об/мин	1150 ± 200
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,686
Начальный пусковой момент, Н·м	0,980
Максимальный вращающий момент, Н·м	0,784
Потребляемая мощность, Вт	200
Потребляемый ток, А	1,15
Начальный пусковой ток, А	2,4
КПД, %	30
cos φ	0,8
Масса, кг	11,5

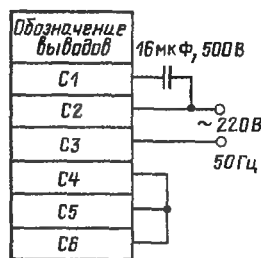
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % 98
 Гарантийная наработка, ч 5000

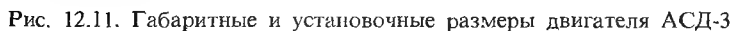
Схема включения двигателя АСД-3, а также его габаритные и установочные размеры приведены на рис. 12.10, 12.11.

Условия эксплуатации двигателя АСД-3

Вибрационные нагрузки:
 диапазон частот, Гц 5—300
 ускорение, м/с² 50
 Ударные нагрузки, м/с² 150
 Температура окружающей среды, °С 0 ÷ +50

Рис. 12.10. Схема включения двигателя АСД-3





Technical drawings of two variants of a mechanical part.

Вариант 1

Side view dimensions: d_1 , l_5 , l_{11} , l_{38} , l_{52} , d_{30} .

Top view dimension: d_{30} .

Вариант 2

Side view dimensions: d_1 , l_5 , l_7 , l_{38} , l_{20} , l_{21} , l_{52} , d_{30} .

Top view dimensions: d_{20} , b_{20} , b_{20} . Note: $40тв d_{22}$.

Тип двигателя	Вариант исполнения	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{30}	l_1	l_5	l_{20}	l_{21}	l_{38}	l_{52}	b_{20}	Масса, кг
УАД-12	1	2,5	14	2,9	40	11,5	4,0	15,5	2,5	58	150	40	0,28
УАД-12Ф	2												
УАД-12А	1												
УАД-12АФ	2												
УАД-22, УАД-24	1	4	20	3,4	50	18	6	18,5	3	60	150	50	0,46
УАД-22Ф, УАД-24Ф	2												
УАД-32, УАД-34	1									70			0,56
УАД-32Ф, УАД-34Ф	2												
УАД-42, УАД-44	1	5	24,5	4,5	62	23	8	20	3	75	200	62	0,87
УАД-42Ф, УАД-44Ф	2												
УАД-52, УАД-54	1								4	88			1,12
УАД-52Ф, УАД-54Ф	2												

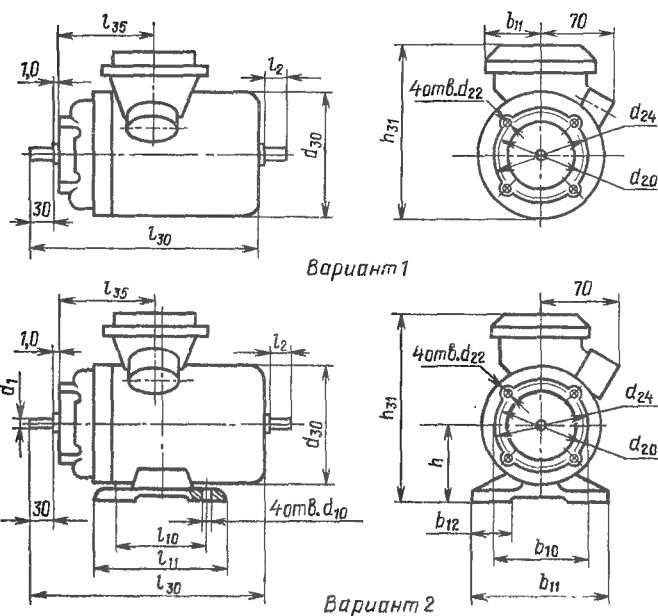
Продолжение табл. 12.11

Тип двигателя	Вариант исполнения	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{30}	l_1	l_5	l_{20}	l_{21}	l_{38}	l_{52}	b_{20}	Масса, кг
УАД-62	1	6	28	5,5	75	27,5	9,5	25	5	95	200	75	1,59
УАД-62Ф	2												1,54
УАД-64	1												
УАД-64Ф	2												
УАД-72	1									115	200	75	2,12
УАД-72Ф	2												2,02
УАД-74	1												
УАД-74Ф	2												

Таблица 12.12. Технические данные двигателей АОЛП

Параметр	АОЛП 11-10	АОЛП 12-10	АОЛП 21-12	АОЛП 22-12
Напряжение питания, В	$(220/380 \pm 5)\%$			
Частота напряжения питания, Гц	400 ± 20			
Полезная мощность, Вт	180	270	400	600
Частота вращения, об/мин	4600		3750	
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,37	0,56	1,02	1,52
Начальный пусковой момент, Н·м	0,67	1,01	1,52	1,31
Максимальный вращающий момент, Н·м	0,97	1,44	2,04	3
Потребляемая мощность, Вт	315	450	615	840
Потребляемый ток, А	1,73/1	2,3/1,33	3,0/1,73	3,9/2,25
Начальный пусковой ток, А	4,0/1	9,15/5,3	12,0/6,92	15,6/9
КПД, %	63	66	68	74
cos φ	0,45	0,46	0,51	0,54
Момент инерции ротора, 10^{-4} кг·м ²	21	23	48	62
Уровень звука (по шкале А), дБ	75			
Эффективное значение виброскорости, мм/с	1,8			

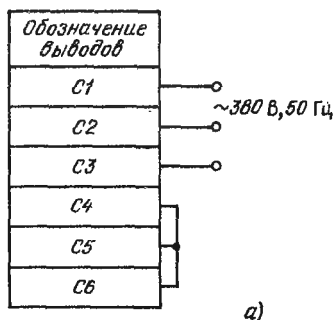
Таблица 12.13. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей АОЛП



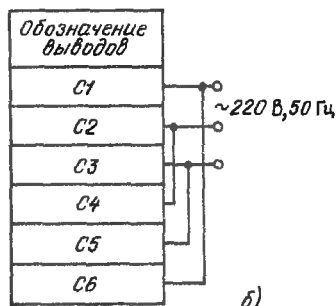
Тип двигателя	Вариант исполнения	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{30}	l_2	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{35}	h	h_{31}	b_{10}	b_{11}	b_{12}	Масса, кг
АОЛП 11-10	1	12	7	85	M6		125	23	100	125	228	89	75	182	105	135	37	5,3
АОЛП 12-10						84					238	97						6
АОЛП 21-12		14	9	100	M8		152	30	120	150	252	102	90	208	130	165	41	7,4
АОЛП 22-12											272	112						8,4
АОЛП 11-10	2	12	—	85	M6		125	23	—	—	228	89	—	170	—	65	—	5,1
АОЛП 12-10						84					238	97						5,8
АОЛП 21-12		14	—	100	M8		152	30	—	—	252	102	—	192	—	78	—	7,1
АОЛП 22-12											272	112						8,1

Таблица 12.14. Технические данные двигателей АСД-2

Параметр	Схема включения (рис. 12.8)	
	1	2
Напряжение питания, В	220 ± 22	
Частота напряжения питания, Гц	50 ± 2	
Полезная мощность, Вт	60	40
Частота вращения, об/мин	950 ± 200	
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,873	0,627
Начальный пусковой момент, Н·м	1,96	0,98
Максимальный вращающий момент, Н·м	0,98	0,686
Потребляемая мощность, Вт	250	270
Потребляемый ток, А	1,3	1,4
Начальный пусковой ток, А	2,4	2,6
КПД, %	30	21
cos φ	0,5	0,8
Напряжение питания электромагнитного тормоза, В	$27 \pm 2,7$	
Потребляемый ток тормоза, А	0,45	
Время торможения, с	3	
Масса, кг	14,1	



а)



б)

Рис. 12.12. Схемы включения двигателей 2АА71, 2АА80 и ДАТ 120-120-6

12.1.7. Двигатели 2АА71, 2АА80, ДАТ120-120-6

Двигатели 2АА71 и 2АА80 выпускаются в четырех конструктивных исполнениях — крепление на лапах или фланцевое, с одним или двумя выходными концами вала, крепление двигателя ДАТ120-120-6 — фланцевое без лап. Режим работы — продолжительный (S1).

Напряжение питания 220/380 В, частота 400 Гц, число фаз — три. Схемы включения двигателей приведены на рис. 12.12, а, б, технические данные — в табл. 12.15, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.16 и на рис. 12.13.

Условия эксплуатации двигателей 2АА71, 2АА80 и ДАТ 120-120-6

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	1—600
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С:	
для 2АА71 и 2АА80	−60 ÷ +85
для ДАТ 120-120-6	−60 ÷ +70

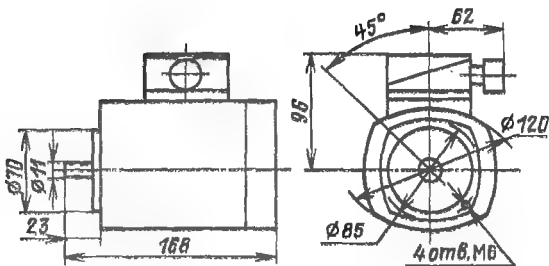


Рис. 12.13. Габаритные и установочные размеры двигателя ДАТ 120-120-6

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	10 000

12.1.8. Двигатели ДО, ДЦ, ДОУТ

Трехфазные (ДО, ДЦ) и однофазные (ДОУТ) двигатели предназначены для привода осевых и центробежных вентиляторов. Крепление двигателей — на лапах, фланцевое и встраиваемого исполнения. Режим работы — продолжительный (S1).

Таблица 12.15. Технические данные двигателей 2АА71, 2АА80, ДАТ 120-120-6

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}, \text{Вт}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$M_{\text{ном}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$M_{\text{п}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$M_{\text{max}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$P_{\text{ном}}, \text{Вт}$	$P_{\text{I}}, \text{Вт}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$I_{\text{п}}, \text{А}$	КПД, %	$\cos \varphi$	$L_A, \text{дБ}$	$f_{10^{-4}}, \text{кГц}$	$v_A, \text{м/с}$
2AA71A10	180	4550	0,39	0,48	0,68	313	730	2,17/1,26	5,8/3,4	63	0,45	73	19	1,1
2AA71B10	250	4550	0,54	0,65	0,91	416	920	2,89/1,67	7,8/4,5	65	0,45	73	22	1,1
2AA80A12	370	3800	0,95	1,18	1,67	585	1300	4,66/2,69	14,5/8,4	68	0,40	73	40	1,8
2AA80B12	550	3800	1,41	2,17	2,45	840	1940	6,70/3,87	19,9/11,5	70	0,40	73	50	1,8
ДАТ 120-120-6	120	5750	0,20	0,32	0,44	210	415	1,73/1,0	5,0/2,9	60	0,30	73	2,3	1,8

Примечание. В числителе указаны значения параметра при 220 В, в знаменателе — при 380 В.

Т а б л и ц а 12.16. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей 2АА71 и 2АА80

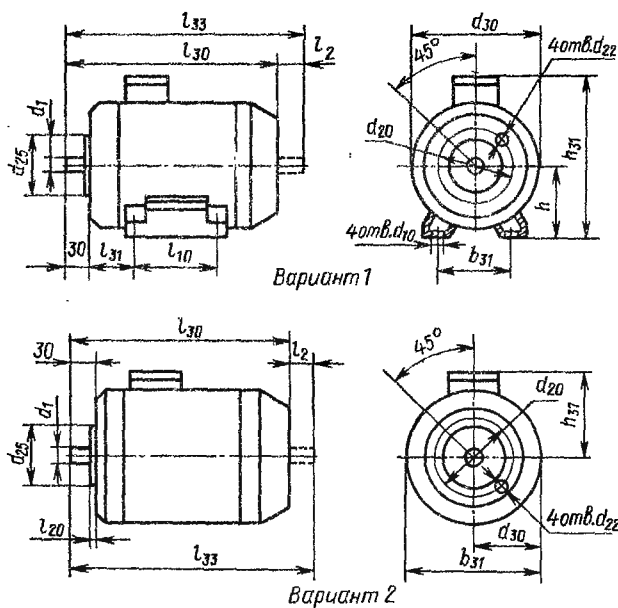
[illegible]

Таблица 12.17. Технические данные двигателей ДО, ДЦ, ДОУТ

Параметр	ДОУТ71А2	ДО71А2	ДЦ71В2	ДЦ80А2	ДО71А16	ДЦ71В16	ДЦ80А16
Напряжение питания, В	$220 \pm \frac{22}{33}$	$220 \pm \frac{22}{33} / 380 \pm \frac{38}{57}$			$220 \pm \frac{22}{33} / 380 \pm \frac{38}{57}$		
Частота напряжения питания, Гц		$50 \pm 2,5$			400 ± 20		
Полезная мощность, Вт	550	550	750	1100	550	750	1100
Частота вращения, об/мин		2796				2760	
Номинальный вращающий момент, Н·м	1,85	1,85	2,53	3,71	1,88	2,55	3,75
Начальный пусковой момент, Н·м	1,26	1,57	2,15	3,15	1,6	2,17	2,98
Максимальный вращающий момент, Н·м	2,34	3,33	4,55	6,69	3,38	4,6	6,75
Потребляемая мощность, Вт	800	800	1090	1500	1020	1370	1710
Потребляемый ток, А:							
при 220 В	3,8	2,54	3,28	4,5	7,97	10,3	12,85
при 380 В	—	1,47	1,89	2,6	4,6	5,95	7,42
Начальный пусковой ток, А:							
при 220 В	18,1	15,7	19,9	32,2	17,45	23,6	33
при 380 В	—	8,9	11,6	18,4	10	13,6	19,2
КПД, %	73	73	73	77	60	61	69
cos φ	0,96	0,85	0,89	0,89	0,43	0,44	0,44
Момент инерции ротора, 10^{-4} кг·м ²	17	17	19	30	32	35	59
Уровень звука (по шкале А), дБ	65	65	70	70	65	70	70
Эффективное значение виброскорости, мм/с	2,8	1,1	1,1	1,8	1,1	1,1	1,8
Масса, кг	9,7	9,7 (9,8)*	11,5	14,5	9,9(10)	12	15

Примечание. В скобках указана масса двигателей фланцевого исполнения.

Таблица 12.18. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДЦ

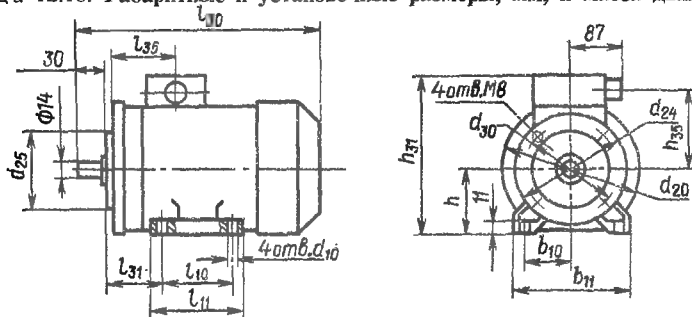
[illegible]

Таблица 12.19. Технические данные двигателей АА50А2Н, АА50А16Н

Параметр	АА50А2Н	АА50А16Н
Напряжение питания, В	220 ± 22 380 ± 33	
Частота напряжения пита- ния, Гц	50 ± 2,5	400 ± 20
Полезная мощность, Вт	90	
Частота вращения, об/мин	2750	2600
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,31	0,33
Начальный пусковой мо- мент, Н·м	0,75	0,52
Максимальный вращающий момент, Н·м	0,9	0,59
Потребляемая мощность, Вт	132	225
Потребляемый ток, А:		
при 220 В	0,50	2,1
при 380 В	0,29	1,3
Начальный пусковой ток, А:		
при 220 В	4,0	
при 380 В	2,3	
КПД, %	68	46
cos φ	0,7	0,3
Момент инерции ротора, 10 ⁻⁴ кг·м ²	4,1	10,6
Масса, кг	4,2	

12.1.10. Двигатели АА50-4

Двигатель АА50-4 — трехфазный. Крепление двигателя — на лапах. Режим работы — продолжительный (S1). Двигатель снабжен электрическим соединителем (штепсельным разъемом) для подключения к источнику питания.

Схема включения двигателя АА50-4 показана на рис. 12.17, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.18.

Технические данные двигателя АА50-4

Напряжение питания, В	220 ± 11/380 ± 19
Частота напряжения пита- ния, Гц	50 ± 2,5
Полезная мощность, Вт	90
Частота вращения, об/мин	1260
Номинальный вращаю- щий момент, Н·м . . .	0,66
Начальный пусковой мо- мент, Н·м	0,85

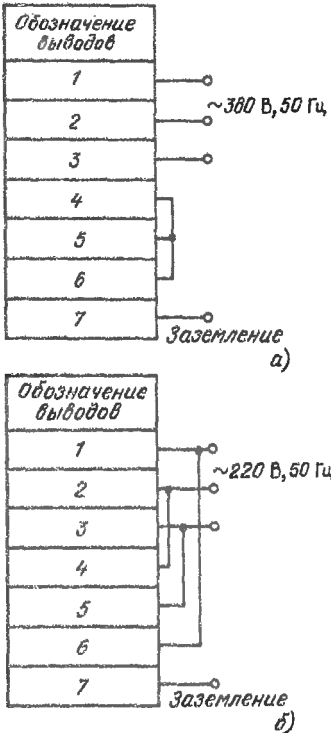


Рис. 12.17. Схема включения двигателя АА50-4 при соединении обмоток в звезду (а) и в треугольник (б)

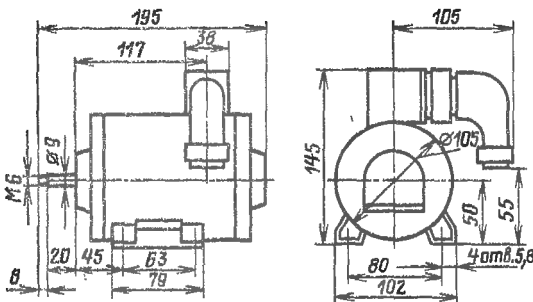


Рис. 12.18. Габаритные и установочные размеры двигателя АА50-4

Максимальный вращаю- щий момент, Н·м . . .	1,07
Потребляемая мощность, Вт	205
Потребляемый ток, А . . .	1,22/0,705
Начальный пусковой ток, А	4,90/2,83
КПД, %	50

$\cos \varphi$	0,5
Момент инерции ротора, 10^{-4} кг·м ²	8,3
Уровень звука (по шкале А), дБ	63
Эффективное значение виброскорости, мм/с	0,7
Масса, кг	4

тель 4АР-2 — трехфазный, остальные универсальные по способу включения в сеть. Модификации 4АР-2А и 4АР-2М различаются полезной мощностью.

Основные технические данные двигателей 4АР-2, 4АР-2А и 4АР-2М приведены в табл. 12.20, схемы включения — на рис. 12.19, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.20.

Условия эксплуатации двигателей АА50-4

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—80
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	25000

Условия эксплуатации двигателей 4АР-2, 4АР-2А и 4АР-2М

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С:	
4АР-2	0—50
4АР-2А, 4АР-2М	—60 ÷ +50

12.1.11. Двигатели 4АР-2, 4АР-2А, 4АР-2М

Двигатели 4АР-2, 4АР-2А, 4АР-2М — двухскоростные. Изменение скорости осуществляется изменением числа полюсов. Крепление двигателей — фланцевое. Двига-

Относительная влажность воздуха при температуре 20°С, % 98

Гарантийная наработка, ч:	
4АР-2	2000
4АР-2А, 4АР-2М	5000

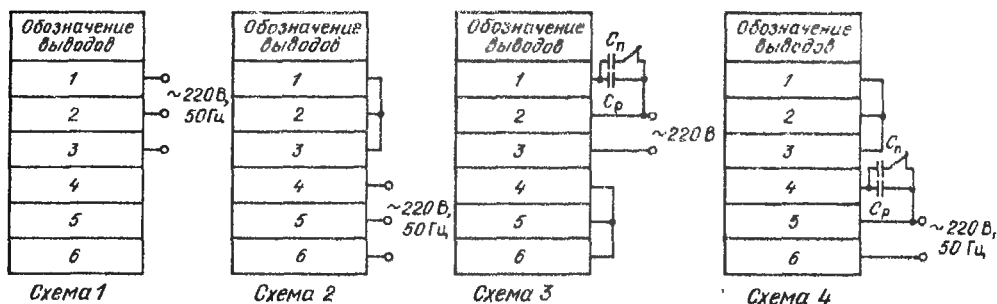


Рис. 12.19. Схемы включения двигателей 4АР-2, 4АР-2А, 4АР-2М

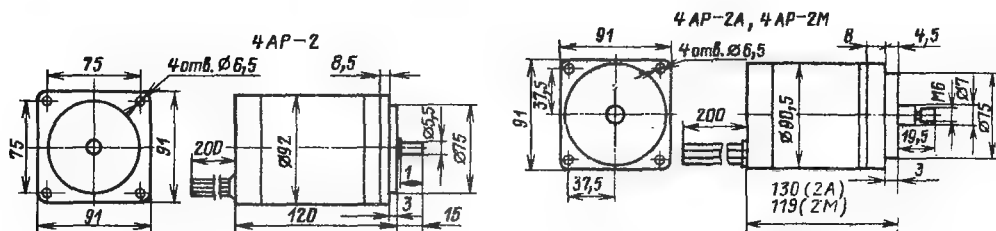


Рис. 12.20. Габаритные и установочные размеры двигателей 4АР-2, 4АР-2А и 4АР-2М

Таблица 12.20. Технические данные двигателей 4АР-2, 4АР-2А и 4АР-2М
[напряжение питания (220 ± 22) В, частота напряжения питания 50 Гц]

Параметр	4AP-2		4AP-2A				4AP-2M			
	Значения параметров при схемах включения (рис. 12.19)									
	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4
Полезная мощность, Вт	10	20	40	80	30	60	20	40	10	20
Частота вращения, об/мин	1425	2850	1300	2600	1350	2700	1300	2600	1350	2750
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,066	0,066	0,294	0,294	0,213	0,209	0,144	0,145	0,069	0,069
Начальный пусковой момент, Н·м	0,392	0,294	0,588	0,49	0,392	0,265	0,49	0,392	0,275	0,167
Потребляемая мощность, Вт	40	40	100	123	100	100	66	66	50	40
Потребляемый ток, А	0,37	0,22	0,55	0,45	0,5	0,50	0,35	0,30	0,35	0,22
Начальный пусковой ток, А	0,90	1,2	1,4	2	1,4	2,00	1,05	1,50	0,9	1,2
КПД, %	25	50	40	65	30	60	30	60	20	50
cos φ	0,2	0,35	0,40	0,65	0,35	0,4	0,4	0,5	0,25	0,4
Емкость конденсатора, мкФ:										
рабочего	—	—	—	—	5 ± 0,5	5 ± 0,5	—	—	3 ± 0,3	2 ± 0,2
пускового	—	—	—	—	10 ± 1	20 ± 2	—	—	7 ± 0,7	12 ± 1,2
Рабочее напряжение конденсатора при частоте 50 Гц, В	—	—	—	—	500	500	—	—	500	500
Масса, кг	2,95		3,7				3,4			

12.1.12. Двигатель АГ/4 051-6К

Двигатель АГ/4 051-6К — трехфазный. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный (S1). Двигатель

снабжен электрическим соединителем (штепсельным разъемом) для подключения к источнику питания.

Схема включения двигателя АГ/4 051-6К приведена на рис. 12.21, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.22.

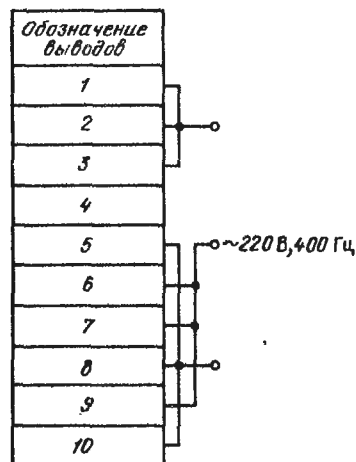


Рис. 12.21. Схема включения двигателя АГ/4 150-6К

Технические данные двигателя АГ/4 051-6К

Напряжение питания, В 200
Частота напряжения питания, Гц 400
Полезная мощность, Вт 250

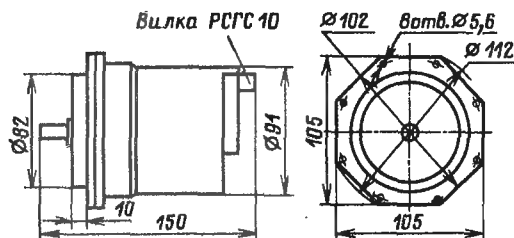


Рис. 12.22. Габаритные и установочные размеры двигателя АГ/4 150-6К

Частота вращения, об/мин	7300
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,32
Начальный пусковой момент, Н·м	0,654
Потребляемая мощность, Вт	325
Потребляемый ток, А	1,3
Начальный пусковой ток, А	7,2
КПД, %	77
cos φ	0,72
Уровень звука (по шкале А), дБ	75
Эффективное значение виброскорости, мм/с	2,8
Масса, кг	2,6

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
МО-15-6, МО-15-6Д, ЗМО-50-8Д-2, ЗМО-300-8-2	2500
остальных двигателей	2125

Условия эксплуатации двигателя АГ/4 051-6К

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—3000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	750
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +65
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	2000

12.1.13. Двигатели МО, МО-Д, МТ

Однофазные (МО) и трехфазные (МТ) двигатели — защищенного исполнения. Однофазные двигатели МО-15-6, МО-15-6Д и ЗМО, ЗМО-Д работают с постоянно включенным рабочим конденсатором. Остальные однофазные двигатели имеют встроенный центробежный выключатель пускового конденсатора. Режим работы — продолжительный (S1).

Основные технические данные двигателей МО, МО-Д, МТ приведены в табл. 12.21, схемы включения двигателей — на рис. 12.23, а—в, габаритные и установочные размеры — в табл. 12.22 и на рис. 12.24.

Условия эксплуатации двигателей МО, МО-Д, МТ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С:	
обычное исполнение	50
нагревостойкое исполнение	70

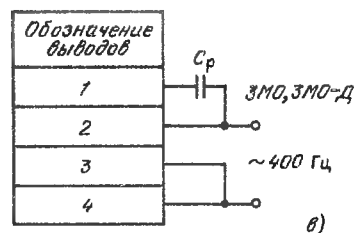
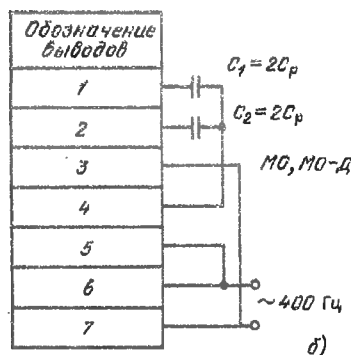
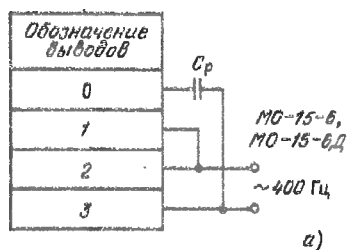


Рис. 12.23. Схемы включения двигателей МО и ЗМО

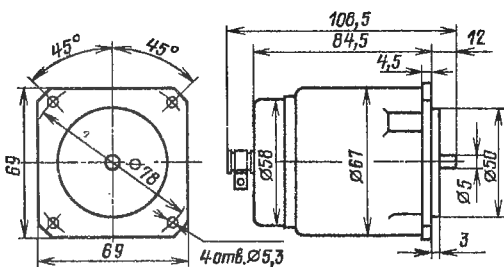


Рис. 12.24. Габаритные и установочные размеры двигателей МО-15-6, МО-15-6Д

Таблица 12.21. Технические данные двигателя МО, МТ, МО-Д
(частота напряжения питания Гц)

Тип двигателя	Число фаз	U, В	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	$\cos \varphi$	Емкость конденсатора, мкФ	
										пусковая	рабочая
МО-15-6	1	110	15	7200	0,019	0,03	0,6	21	0,76	—	1
МО-15-6Д	1	220	15	7200	0,019	0,03	0,3	21	0,76	0,3	0,3
МО-50-8	1	110	50	5500	0,088	0,158	1,2	39	0,74	4	1
МО-300-8Д2	1	220	300	5500	0,532	0,958	2,85	58	0,76	8	2
МО-50-8Д2	1	220	50	5400	0,088	0,158	0,7	39	0,7	1	0,25
МО-150-8Д2	1	220	150	5500	0,265	0,47	1,5	49	0,74	3	0,75
МТ-100-8	3	220	100	5400	0,18	0,283	0,75	57	0,58	—	—
МТ-200-8	3	220	200	5400	0,36	0,57	1,45	61	0,58	—	—
МО-300-8-2	1	110	300	5500	0,532	0,95	5,8	56	0,76	20	5
МО-150-8	1	110	150	5500	0,265	0,47	3	49	0,74	8	2
МО-500-8Д	1	220	500	5500	0,886	1,695	4,4	68	0,76	8	2
ЗМО-150-8-2	1	110	150	5500	0,265	0,11	3	49	0,74	—	2
ЗМО-300-8-2	1	110	300	5500	0,532	0,18	5,8	56	0,76	—	5
ЗМО-50-8Д-2	1	220	50	5400	0,088	0,025	0,7	39	0,7	—	0,25
ЗМО-300-8Д-2А	1	220	300	5500	0,532	0,08	2,85	58	0,76	—	2
ЗМО-150-8Д-2	1	220	150	5500	0,265	0,12	1,5	49	0,74	—	0,75

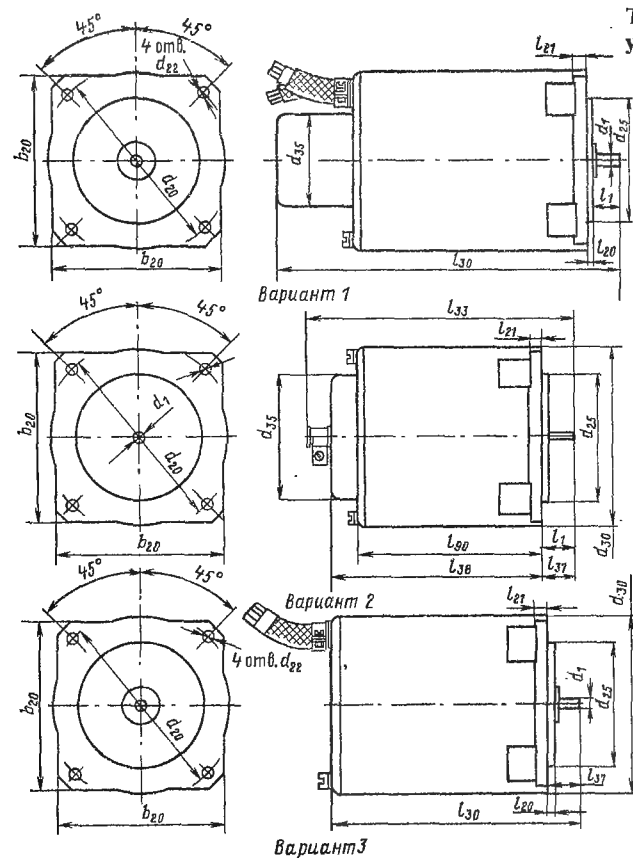


Таблица 12.22. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей МО, МО-Д, МТ

Продолжение табл. 12.22

Тип двигателя	Вариант исполнения	d_1	d_{20}	d_{25}	d_{30}	d_{35}	l_1	l_{21}	l_{30}	l_{33}	l_{37}	l_{38}	b_{20}	l_{90}	Масса, кг
МО-50-8	1	6	90	60	85	46	11,5	5,5	155	—	—	—	80	—	1,52
МО-300-8Д2	1	10	107	90	97	46	17	7	188,5	—	—	—	97	—	2,60
МО-50-8Д2	1	6	90	60	85	46	11,5	5,5	—	155	15	140	80	94	1,52
МО-150-8Д2	1	6	90	60	85	46	11,5	5,5	—	168	15	153	80	107,5	1,83
МТ-100-8	2	6	90	60	85	58	12	5,5	—	137,5	15	110,5	80	94,5	1,57
МТ-200-8	2	6	90	60	85	58	12	5,5	—	150,5	15	123,5	80	107,5	1,88
МО-300-8-2	1	10	107	90	97	46	17	7	188,5	—	—	—	97	—	2,6
МО-500-8Д	1	10	107	90	97	—	17	7	210,5	—	—	—	97	—	3,13
МО-150-8	1	6	90	60	85	46	11,5	5,5	—	168	15	153	80	107,5	1,83
ЗМО-150-8-2	3	6	90	60	85	—	—	5,5	122,5	—	15	—	80	—	1,68
ЗМО-300-8-2	3	10	107	90	97	—	—	7	147,5	—	20	—	—	—	2,30
ЗМО-50-8Д2	3	6	90	60	85	—	—	5,5	109,5	—	15	—	80	—	1,37
ЗМО-300-8-Д2А	3	10	107	90	97	—	—	7	147,5	—	20	—	97	—	2,45
ЗМО-150-8Д-2	3	6	90	60	85	—	—	5,5	122,5	—	15	—	80	—	1,68

Примечание. Для всех вариантов исполнения $d_{22} = 6,5$ мм, $l_{20} = 3$ мм.

12.1.14. Двигатели МТС

Двигатели МТС — трехфазные с встроенным центробежным переключателем, используемым для коммутации цепей аппаратуры. Режим работы — продолжительный (S1).

Схема включения двигателей МТС представлена на рис. 12.25, основные технические данные — в табл. 12.23, габаритные и установочные размеры — в табл. 12.24 и на рис. 12.26.

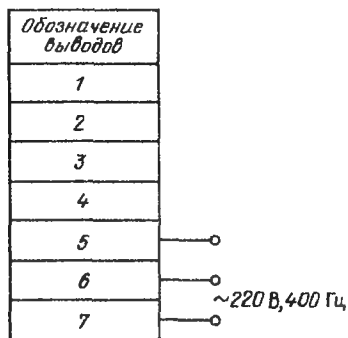


Рис. 12.25. Схемы включения двигателей МТС:

1, 2 — размыкающиеся; 1, 3 — замыкающиеся контакты центробежного регулятора; 4 — нулевая точка «звезды» обмотки двигателя; 5—7 — выводы обмотки двигателя

Условия эксплуатации двигателей МТС

Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	—50 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
МТС-25-8, МТС-200-8	2500
МТС-50-8	2000

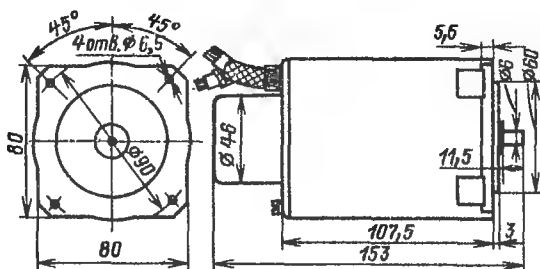
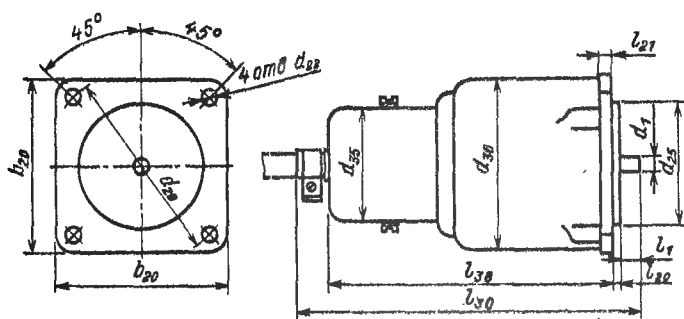


Рис. 12.26. Габаритные и установочные размеры двигателя МТС-200-8

Таблица 12.23. Технические данные двигателей

Параметр	МТС-25-8	МТС-50-8	МТС-200-8
Напряжение питания, В		200 ± 10	
Частота напряжения питания, Гц		400 ± 20	
Полезная мощность, Вт	25	50	200
Частота вращения, об/мин	5400	5400	5400
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,045	0,09	0,35
Начальный пусковой момент, Н·м	0,072	0,144	0,576
Потребляемый ток, А	0,3	0,5	1,45
Начальный пусковой ток, А	1,35	1,8	5,85
КПД, %	29	51	63
$\cos \phi$	0,51	0,53	0,54
Допустимый ток через контакты переключателя при активной нагрузке, напряжении 200 В, частоте 400 Гц, А		3	
Частота вращения, при которой срабатывает центробежный переключатель, об/мин		2500	
Масса, кг	0,85	1,15	1,98

Таблица 12.24. Габаритные и установочные размеры, мм, двигателей МТС-25-8 и МТС-50-8



Тип двигателя	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{30}	d_{35}	l_1	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{38}	b_{20}
МТС-25-8	5,8	78	5,3	50	67	46	12	3	4,5	145	118	69
МТС-50-8	6	90	6,5	60	74	46	12	3	5,5	162	135	80

12.1.15. Двигатель АМ-003-2

Универсальный по способу включения в сеть двигатель имеет два выходных конца вала и торцевое крепление. Режим работы — продолжительный (S1).

Схемы включения двигателя АМ-003-2 показаны на рис. 12.27, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.28, основные технические данные — в табл. 12.25.

Условия эксплуатации двигателя АМ-003-2

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 60—100

ускорение, м/с² 40

Температура окружающей среды, °С -50 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч . . . 5000

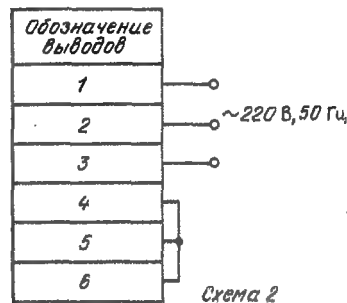
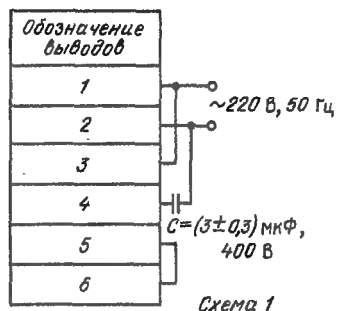


Рис. 12.27. Схемы включения двигателя
АМ-003-2

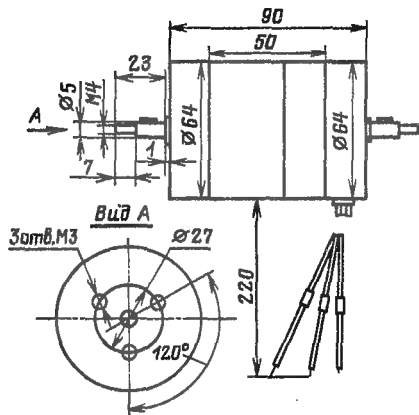


Рис. 12.28. Габаритные и установочные размеры двигателя АМ-003-2

12.1.16. Двигатели АА56-4, АА63-4

Двигатели АА56-4, АА63-4 – трехфазные. Крепление двигателей – на лапах (АА56-4) и фланцевое (АА63-4). Режим работы – продолжительный (S1).

Схемы включения двигателей АА56-4,

Таблица 12.25. Технические данные двигателей АМ-003-2

Параметр	Значение параметра при схеме включения по рис. 12.27	
	1	2
Напряжение питания, В	220 ± 22	
Частота напряжения питания, Гц	50 ± 2	
Полезная мощность, Вт	20	30
Частота вращения, об/мин	2650	2650
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,01	0,176
Максимальный вращающий момент, Н·м	0,108	0,196
Потребляемая мощность, Вт	60	70
Потребляемый ток, А	0,3	0,25
Начальный пусковой ток, А	1	1
КПД, %	40	50
cos φ	0,7	0,6
Момент инерции ротора, 10 ⁻⁶ кг·м ²	50	50
Уровень звука (по шкале А), дБ	68	68
Масса, кг	1,1	1,1

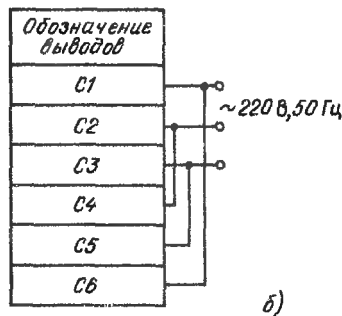
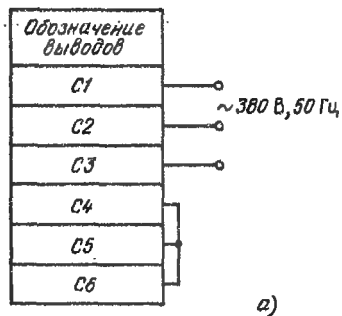
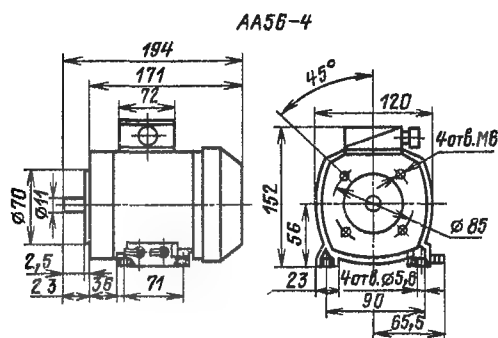


Рис. 12.29. Схемы включения двигателей АА56-4 и АА63 при соединении обмоток в звезду (а) и треугольник (б)



AA63-4

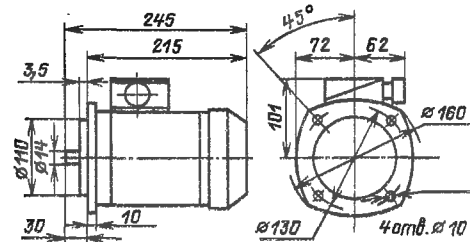


Рис. 12.30. Габаритные и установочные размеры двигателя AA56-4, AA63-4

AA63-4 показаны на рис. 12.29, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.30, основные технические данные — в табл. 12.26.

Таблица 12.26. Технические данные двигателей AA56-4, AA63-4

Параметр	AA56-4	AA63-4
Напряжение питания, В	220/380	
Частота напряжения питания, Гц	50 ± 2,5	
Полезная мощность, Вт	180	250
Частота вращения, об/мин.	1370	
Номинальный вращающий момент, Н·м	1,255	1,74
Начальный пусковой момент, Н·м	2,01	2,79
Максимальный вращающий момент, Н·м	2,49	3,43
Потребляемая мощность, Вт	307	395
Потребляемый ток, А	1,4/0,81	1,76/1,02
Начальный пусковой ток, А	6,7/3,87	8,6/4,97
КПД, %	64	68
cos φ	0,64	0,65

Продолжение табл. 12.26

Параметр	AA56-4	AA63-4
Уровень звука (по шкале А), дБ		63
Эффективное значение виброскорости, мм/с		1,1
Масса, кг	5	6

Условия эксплуатации двигателей AA56-4 и AA63-4

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	1—600
ускорение, м/с ²	10
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	40
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
AA56-4	10 000
AA63-4	20 000

12.1.17. Двигатели АПН

Двигатели АПН — трехфазные. Крепление двигателей — фланцевое или на лапах. Режим работы — продолжительный (S1). Напряжение питания двигателей (220 ± 22)/(380 ± 38) В, частота 50 Гц, число фаз 3.

Схемы включения двигателей АПН приведены на рис. 12.31, основные технические данные — в табл. 12.27, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.28.

Условия эксплуатации двигателей АПН

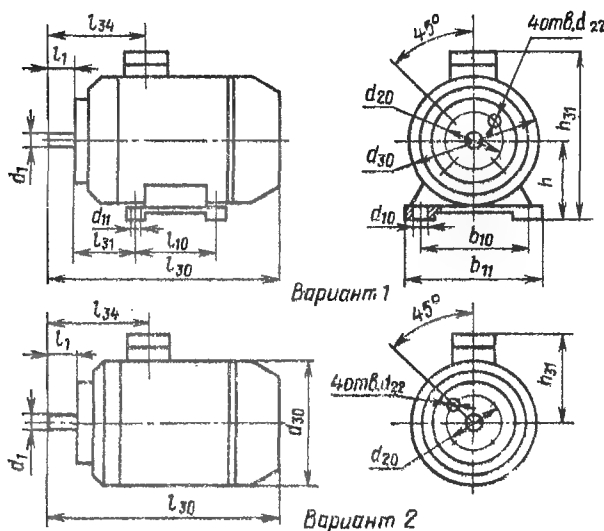
Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	5—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	150
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Уровень звука (по шкале А), дБ	70
Гарантийная наработка, ч . .	12 000

Таблица 12.27. Технические данные двигателей АПН

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	M_{max} , Н·м	$P_{1\text{ном}}$, Вт
АПН 011/4	50	1350	0,343	0,356	0,525	145
АПН 011/2	80	2690	0,277	0,288	0,425	157
АПН 012/2	120	2690	0,418	0,5	0,64	223
АПН 11/2	180	2750	0,615	0,785	0,995	322
АПН 12/2	270	2750	0,92	1,178	1,49	422
АПН 21/4	250	1375	1,7	2,18	2,75	362
АПН 21/2	400	2750	1,365	1,75	2,21	612

Примечание. В числителе приведены значения параметра при напряжении 220 В, в знаме-

Таблица 12.28. Габаритные установочные размеры, мм, и масса двигателей АПН



Тип двигателя	Вариант исполнения	d_1	d_{10}	d_{11}	d_{20}	d_{22}	d_{30}	l_1
АПН 011/4	1	10	12	7	75	M5	107	23
АПН 011/2	2		—	—				
АПН 012/2	1	10	12	7	75	M5	107	23
	2		—	—				
АПН 11/2	1	12	15	8	85	M6	128	30
	2		—	—				
АПН 12/2	1	12	15	8	85	M6	128	30
	2		—	—				
АПН 21/4	1	14	18	9	100	M8	157	30
АПН 21/2	2		—	—				

$P_{\text{ИК, 3}}$ Вт	$I_{\text{НОМ}}$, А	$I_{\text{П}}$, А	КПД, %	$\cos \varphi$	$J_{\text{П}}$, 10^{-3} кг · м ²	v_A , мм/с
460	0,75/0,44	1,5/0,87	43	0,58	2,24	2,8
670	0,68/0,39	2/1,15	58	0,75	2,24	2,8
1100	0,87/0,5	3,5/2,1	60	0,72	2,45	2,8
1580	1,2/0,7	5/2,9	62	0,74	4,6	1,8
2280	1,64/0,96	7/4,1	69	0,72	5,22	1,8
1600	1,43/0,83	6/3,5	73	0,74	10,4	1,8
5700	2,47/1,43	12/7	70	0,70	10,4	1,8

натёле — при 380 В.

l_{10}	l_{30}	l_{31}	l_{34}	b_{10}	b_{11}	h	h_{31}	Масса, кг
85	198	35,5	73	90	116	63	172	4
—		—		—	—	—	109	3,85
85	209	35,5	73	90	116	63	172	4,4
—		—		—	—	—	109	4,25
100	222	40	73	105	136	75	193	6,05
—		—		—	—	—	118	5,85
100	238	40	73	105	136	75	193	6,6
—		—		—	—	—	118	6,4
120	250	42	88	130	166	90	220	9,37
—		—		—	—	—	130	9,07

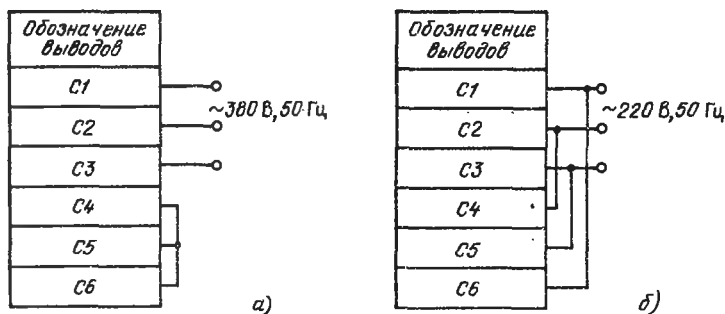


Рис. 12.31. Схемы включения двигателей АПН при соединении обмоток в звезду (а) и треугольник (б)

12.1.18. Двигатели ДАТ

Условия эксплуатации двигателей ДАТ

Двигатели ДАТ — трехфазные. Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный (S1).

Напряжение питания (220 ± 11) В, частота напряжения питания (400 ± 20) Гц.

Основные технические данные двигателей ДАТ приведены в табл. 12.29, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.30.

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц. 1—1000
ускорение, м/с^2 100

Ударные нагрузки, м/с^2 750

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +100$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C ,
% 98

Гарантийная наработка, ч 5000

Таблица 12.29. Технические данные двигателей ДАТ

Параметр	ДАТ 10-12	ДАТ 16-12	ДАТ 100-8	ДАТ 100-6	ДАТ 250-8	ДАТ 400-8
Полезная мощность, Вт	10	16	100	100	250	400
Частота вращения, об/мин	10 800	10 700	7350	5400	7550	7500
Номинальный вращающий момент, 10^{-4} Н·м	88	142	1320	1770	3180	5100
Начальный пусковой момент, 10^{-4} Н·м	147	205	1860	2540	4500	7000
Максимальный вращающий момент, 10^{-4} Н·м	196	294	2540	3920	6360	9800
Потребляемая мощность, Вт	40	46	160	170	390	540
Потребляемый ток, А	0,16	0,25	1	1,2	1,7	2,5
Начальный пусковой ток, А	0,38	0,7	3	4,5	7,5	13
КПД, %	25	35	65	60	65	75
$\cos \varphi$	0,35	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
Момент инерции ротора, 10^{-6} кг·м ²	0,73	3,14	34,5	91	111	314
Уровень звука (по шкале А), дБ						

Номинальный вращающий момент, Н·м	0,27
Начальный пусковой момент, Н·м	0,44
Максимальный вращающий момент, Н·м	0,68
Потребляемая мощность, Вт	207
Потребляемый ток, А	0,97/0,56
Начальный пусковой ток, А	3,1/1,8
КПД, %	58
$\cos \phi$	0,56
Момент инерции ротора, 10^{-4} кг·м ²	1,8
Уровень звука (по шкале А), дБ	70
Эффективное значение вибрационной скорости, мм/с	1,8

Условия эксплуатации ДАТ 112-120-4,8

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—80
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	10000

Габаритные и установочные размеры двигателя ДАТ 112-120-4,8 приведены на рис. 12.52.

12.2. Управляемые асинхронные двигатели

Управляемые АД конструктивно мало отличаются от силовых и выпускаются в двух основных конструктивных вариантах с короткозамкнутым ротором типа «беличья клетка» с повышенным активным сопротивлением и с ротором в виде пассивного немагнитного стакана, имеющего повышенное сопротивление. Управление частотой вращения осуществляется в большинстве случаев изменением напряжения на обмотке управления — так называемое амплитудное управление. Другие способы управления — фазовый и частотный из-за относительной сложности применяются только в отдельных случаях.

Двигатели с полым ротором из-за меньшей массы ротора имеют меньшие значения напряжения трогания, что характеризует их более высокую чувствительность к минимальному сигналу управления по сравнению с АД с ротором типа «беличья клетка».

Сравнение АД с полым и короткозамкнутым роторами показывает преимущества последних при полезной мощности $P_{2\text{ном}} \leq 1$ Вт по КПД и электрохимической постоянной времени τ_m . В диапазоне $1 \text{ Вт} \leq P_{2\text{ном}} \leq 5$ Вт динамические показатели их примерно одинаковы, но АД с полым ротором имеют преимущества по динамическим свойствам, однако уступают по массоэнергетическим показателям.

Показатели и тех и других управляемых АД зависят от способа обеспечения сдвига фаз между напряжениями возбуждения и управления (U_v и U_y). При прочих равных условиях неизменный сдвиг фаз позволяет получить лучшие параметры. С точки зрения эксплуатационных свойств АД с ротором типа «беличья клетка» имеют более высокую стойкость к механическим воздействиям.

12.2.1. Двигатели ДКИР-1-1,5ТВ, ДКИР-1-3ТВ

Двигатели ДКИР-1-1,5ТВ, ДКИР-1-3ТВ с короткозамкнутым ротором снабжены сменными редукторами с передаточными отношениями 1:5, 1:10, 1:20, 1:40, 1:80, 1:160. Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный (S1).

Расшифровка условного обозначения: Д — двигатель, К — с короткозамкнутым ротором, И — исполнительный, Р — редукторный, 1 — максимальная мощность на валу двигателя, Вт, 1,5 — синхронная частота вращения вала двигателя, тыс. об/мин, ТВ — тепловлагодостойкий.

Технические данные двигателей ДКИР-1-1,5ТВ и ДКИР-1-3ТВ приведены в табл. 12.31 и 12.32.

Таблица 12.31. Технические данные двигателей ДКИР-1-1,5ТВ и ДКИР-1-3ТВ

Параметр	ДКИР-1-1,5ТВ	ДКИР-1-3ТВ
Напряжение питания обмотки возбуждения, В	220 или 127	127
Напряжение питания обмоток управления, В:		
при последовательном соединении обмоток управления	24	
при параллельном соединении обмоток управления		12

Параметр	ДКИР-1-1,5ТВ	ДКИР-1-3ТВ
Частота напряжения питания, Гц	$50 \pm 1,25$	
Максимальная мощность на валу двигателя, Вт	1	
Потребляемая мощность возбуждения при холостом ходе, Вт	6,5	5,5
Потребляемая мощность управления при холостом ходе, Вт	2,5	
Потребляемая мощность возбуждения при коротком замыкании, Вт	5	
Потребляемая мощность управления при коротком замыкании, Вт	4	
Начальный пусковой ток возбуждения,	0,05	
Начальный пусковой ток управления,	0,2	
при последовательном соединении обмоток управления	0,25	
при параллельном соединении обмоток управления	0,4	
Напряжение трогания, В:	1	
при последовательном соединении обмоток управления	0,5	
при параллельном соединении обмоток управления	0,17	
Электромеханическая постоянная времени, с	0,23	
КПД, %	10	12
Момент инерции ротора, 10^{-6} кг·м ²	0,25	0,98
Полное сопротивление обмоток управления при пуске, Ом:	105 + j90	
при последовательном соединении обмоток управления	94 + j76	
при параллельном соединении обмоток управления	26 + j22,5	
Нелинейность механической характеристики, %	30	16
Нелинейность регулировочной характеристики, %	25	20
Уровень звука (по шкале А), дБ	45	

Тип двигателя	n , об/мин	$n_{ном}$, об/мин	M_n , Н·м	$M_{нmax}$, Н·м
ДКИР-1-1,5ТВ-5	240	160	0,098	0,068
ДКИР-1-1,5ТВ-10	120	80	0,196	0,147
ДКИР-1-1,5ТВ-20	60	40	0,392	0,294
ДКИР-1-1,5ТВ-40	30	20	0,784	0,588
ДКИР-1-1,5ТВ-80	15	10	1,57	0,588
ДКИР-1-1,5ТВ-160	7,5	5	3,14	0,588
ДКИР-1-3ТВ-5	500	320	0,053	0,068
ДКИР-1-3ТВ-10	250	160	0,106	0,147
ДКИР-1-3ТВ-20	125	80	0,21	0,294
ДКИР-1-3ТВ-40	62,5	40	0,42	0,588
ДКИР-1-3ТВ-80	31	20	0,84	0,588
ДКИР-1-3ТВ-160	15,5	10	1,68	0,588

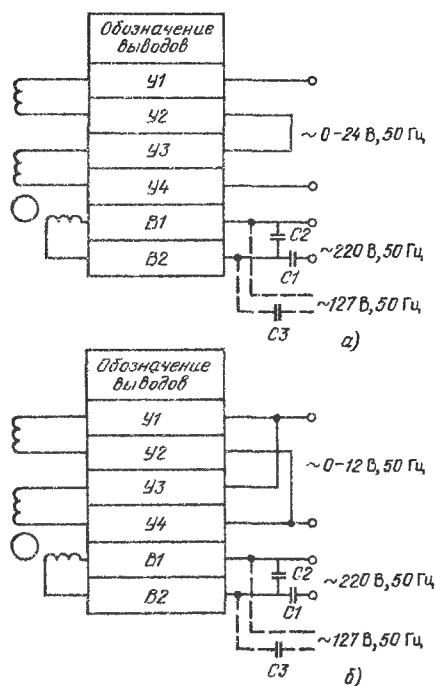


Рис. 12.33. Схемы включения двигателей ДКИР-1-1,5ТВ, ДКИР-1-3ТВ:

а — при последовательном соединении обмоток управления; б — при параллельном соединении обмоток управления. Значения емкостей конденсаторов приведены в таблице:

Тип двигателя	Емкость, мкФ			Рабочее напряжение, В
	C1	C2	C3	
ДКИР-1-1,5ТВ	$0,56 \pm \pm 0,056$	$0,47 \pm \pm 0,047$	$1 \pm 0,1$	350
ДКИР-1-3ТВ	$0,47 \pm \pm 0,047$	$0,27 \pm \pm 0,027$	$0,82 \pm \pm 0,082$	350

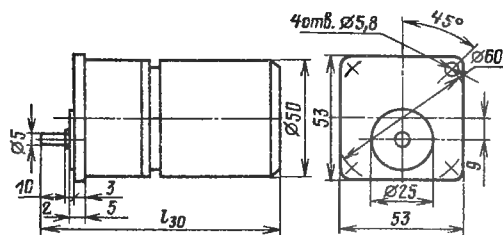


Рис. 12.34. Габаритные и установочные размеры двигателей ДКИР-1-1,5ТВ, ДКИР-1-3ТВ. Значения размера l_{30} и массы двигателей приведены ниже:

Тип двигателя	l_{30}	Масса, кг
ДКИР-1-1,5ТВ	112	0,74
ДКИР-1-3ТВ	102	0,63

Схемы включения двигателей ДКИР-1-1,5ТВ, ДКИР-1-3ТВ приведены на рис. 12.33, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.34.

Условия эксплуатации двигателей ДКИР-1-1,5ТВ, ДКИР-1-3ТВ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—600
ускорение, м/с^2	100
Ударные нагрузки, м/с^2	400
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-40 \div +70$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , %	98
Гарантийная наработка, ч	10000 (из них 6000 ч при отсутствии напряжения на обмотке управления)

12.2.2. Двигатели ДКИР-0,4-20ТВ, ДКИР-0,4-50ТВ, ДКИР-0,4-20АТВ, ДКИР-0,4-50АТВ

Двигатели имеют короткозамкнутый ротор типа «беличья клетка». Двигатели снабжены редукторами с передаточными отношениями 1:75 и 1:30. Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный (S1).

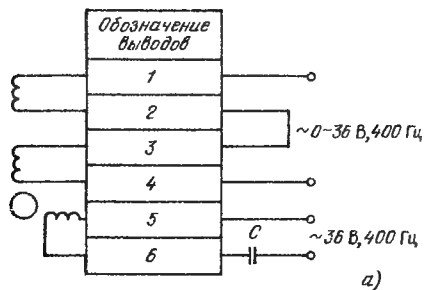
Расшифровка условного обозначения: Д — двигатель, К — с короткозамкнутым ротором, И — исполнительный, Р — с редуктором, 0,4 — максимальная мощность на валу двигателя, Вт, 20 и 50 — частота вращения вала редуктора, об/мин, А — конструктивная модификация, ТВ — тепловлагодостойкий.

Технические данные двигателей ДКИР

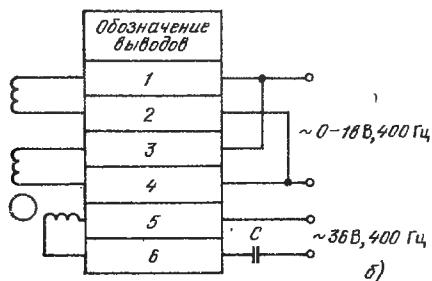
Напряжение питания обмотки возбуждения, В	127
Напряжение питания обмотки управления, В:	
при последовательном соединении обмоток управления	24
при параллельном соединении обмоток управления	12
Частота напряжения питания, Гц	50
Максимальная мощность на валу двигателя, Вт	0,4
Потребляемая мощность возбуждения при холостом ходе, Вт	3,2
Потребляемая мощность управления при холостом ходе, Вт	3,5
Потребляемый ток возбуждения при холостом ходе, А	0,06
Потребляемый ток управления при холостом ходе, А:	
при последовательном соединении обмоток управления	0,25
при параллельном соединении обмоток управления	0,5
Напряжение трогания, В:	
при последовательном соединении обмоток управления	1
при параллельном соединении обмоток управления	0,5
Электромеханическая постоянная времени, с	0,01
КПД, %	9
Момент инерции ротора, 10^{-6} кг·м ²	0,031
Полное сопротивление обмоток управления при пуске, Ом:	
при последовательном соединении обмоток управления	$150 + j88$
при параллельном соединении обмоток управления	$37,5 + j22$
Уровень звука (по шкале А), дБ	45
Емкость фазосдвигающего конденсатора, мкФ	$1 \pm 0,1$
Рабочее напряжение фазосдвигающего конденсатора, В	350
Масса, кг	0,3

Условия эксплуатации двигателей ДКИР

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—80
ускорение, м/с^2	50
Ударные нагрузки, м/с^2	150



а)



б)

Рис. 12.37. Схемы включения двигателей ДКИР-0,4-15, ДКИР-0,4-33:

а — при последовательном соединении обмоток управления; б — при параллельном соединении обмоток управления

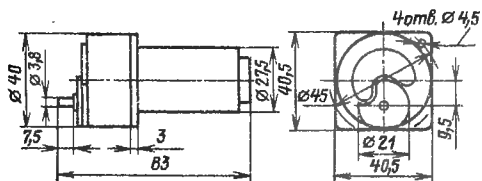


Рис. 12.38. Габаритные и установочные размеры двигателей ДКИР-0,4-15, ДКИР-0,4-33

Ток возбуждения в номинальном режиме, А	0,25
Ток управления в номинальном режиме, А	0,2
Напряжение трогания, В	3
Уровень звука (по шкале А), дБ	45
Емкость фазосдвигающего конденсатора, мкФ	1,2
Рабочее напряжение фазосдвигающего конденсатора, В	150
Масса, кг	0,16

Условия эксплуатации двигателей ДКИР-0,4-15, ДКИР-0,4-33

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	0—60

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98
Гарантийная наработка, ч 1200 (из них 800 ч при отсутствии напряжения на обмотке управления)

Схемы включения двигателей ДКИР-0,4-15, ДКИР-0,4-33 показаны на рис. 12.37, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.38.

12.2.4. Двигатели серии ДКИ

Серия четырехполюсных двигателей с короткозамкнутым ротором. Крепление двигателей — фланцевое с упорным буртиком или торцевое. Режим работы — продолжительный (S1) (для двигателей мощностью более 10 Вт допускается работа при реверсе с частотой не более 0,25 Гц).

Расшифровка условного обозначения: Д — двигатель, К — с короткозамкнутым ротором. И — исполнительный, первая цифра — максимальная мощность на валу двигателя, Вт, вторая цифра — синхронная частота вращения, тыс. об/мин. ТВ — тепловластойкие.

Основные технические данные двигателей серии ДКИ приведены в табл. 12.34.

Технические данные, общие для двигателей серии ДКИ

Напряжение питания обмотки возбуждения, В:

ДКИ-0,6-12ТВ	36
ДКИ-6-1,5	127
остальных типов	115

Напряжение питания обмотки управления, В:

двигателей мощностью до 10 Вт	36
двигателей мощностью более 10 Вт	80
ДКИ-6-1,5	127

Частота напряжения питания, Гц:

ДКИ-6-1,5	50
остальных типов	400

Напряжение трогания, В:

ДКИ-6-1,5	3
остальных типов	2

Уровень звука (по шкале А), дБ:

ДКИ-6-1,5	45
остальных типов	10

Условия эксплуатации двигателей ДКИ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ДКИ-6-1,5	5—300
остальных типов	5—1000

ускорение, м/с²:

ДКИ-6-1,5	50
остальных типов	100

Ударные нагрузки, м/с² 120

Температура окружающей среды, °C:

верхнее значение:

двигателей мощностью до 10 Вт	85
двигателей мощностью более 10 Вт	70
ДКИ-6-1,5	50

нижнее значение:

ДКИ-6-1,5	— 50
остальных типов	— 60

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C, % 98

Гарантийная наработка двигателей, ч:

мощностью до 10 Вт	3000
мощностью более 10 Вт	1000
ДКИ-6-1,5	20 000

Схема включения двигателей серии ДКИ представлена на рис. 12.39, а, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.35.

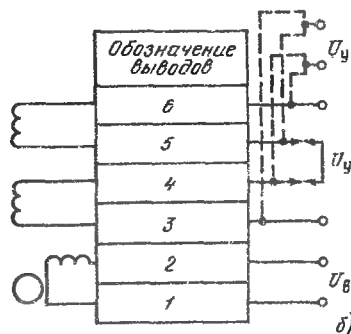
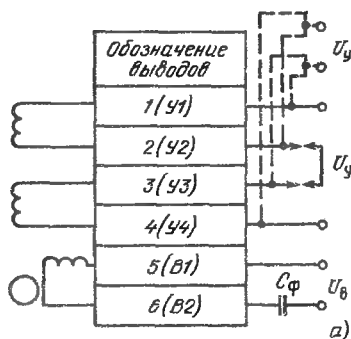


Рис. 12.39. Схемы включения двигателей серии ДКИ (а) и АД-25В1, АД-32В1 (б):

— — — параллельное соединение обмоток управления; ————— последовательное соединение обмоток управления

Таблица 12.34. Технические данные двигателей серии ДКИ

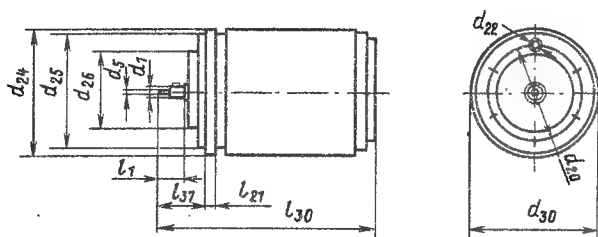
Тип двигателя	P_{2max} , Вт	$M_{п.}$, Н·м	$n_{0.}$, об/мин	$n_{ном.}$, об/мин	$I_{п.у.}$, А	$I_{о.в.}$, А	$I_{о.у.}$, А	$M_{пр.с.}$, 10^{-4} Н·м
ДКИ-0,6-12ТВ	0,6	0,0024	9000	6000	0,15	0,25	0,15	0
ДКИ-1-12ТВ	1	0,0027	8600	5500	0,22	0,12	0,2	0
ДКИ-2,5-12ТВ	2,5	0,0064	9800	6000	0,35	0,15	0,32	1,47
ДКИ-6-12ТВ	6	0,012	9500	6750	0,65	0,3	0,5	1,9
ДКИ-16-12ТВ	16	0,029	10 000	8000	0,85	0,4	0,7	14,7
ДКИ-25-12ТВ	25	0,037	10 000	7000	1,4	0,45	0,95	19
ДКИ-40-12ТВ	40	0,054	10 000	9000	1,9	0,75	1	49
ДКИ-6-1,5	6	0,186	1200	—	—	0,6	0,5	73,5

Продолжение табл. 12.34

Тип двигателя	τ_m , с	КПД, %	J_p , 10^{-6} кг·м ²	Z_y , Ом	C_{ϕ} , мкФ	$U_{C\phi}$, В
ДКИ-0,6-12ТВ	0,008	15	0,049	$172 + j245$	$1 + 0,05$	150
ДКИ-1-12ТВ	0,01	12,5	0,059	$125 + j160$	$0,15 \pm 0,0075$	250
ДКИ-2,5-12ТВ	0,015	22	0,177	$85 + j90$	$0,22 \pm 0,11$	250
ДКИ-6-12ТВ	0,02	28	0,685	$42 + j44$	$0,3 \pm 0,015$	300
ДКИ-16-12ТВ	0,03	43	1,96	$66 + j67$	$0,47 \pm 0,0235$	300
ДКИ-25-12ТВ	0,05	45	4,9	$45 + j60$	$0,47 \pm 0,0235$	400
ДКИ-40-12ТВ	0,15	50	14,7	$50 + j50$	$0,75 \pm 0,0375$	400
ДКИ-6-1,5	0,01	20	12,6	$330 + j340$	$6,8 \pm 0,34$	250

Примечания. В таблице приняты обозначения: $I_{п.з.}$ — начальный пусковой ток обмотки управления; $I_{о.в.}$ — ток возбуждения при холостом ходе; $M_{пр.с.}$ — момент противодействия самоходу; Z_y — полное сопротивление обмотки управления при пуске; τ_m — электромеханическая постоянная времени; C_{ϕ} и $U_{C\phi}$ — емкость и номинальное рабочее напряжение фазосдвигающего конденсатора.

Таблица 12.35. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДКИ



Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	d_{26}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
ДКИ-0,6-12ТВ	25	2,8	—	18	M2	25	22	14	56	10	13,9	1,6	0,075
ДКИ-1-12ТВ									63		14,1		0,1
ДКИ-2,5-12ТВ	32	3,8	—	22	M3	32	28	16	72	12	15	2,5	0,18
ДКИ-6-12ТВ	40			28	M4	40	36	20	87		17,1		0,35
ДКИ-16-12ТВ	50	4	M3	36	M5	50	45	25	107	16	20,3	4	0,75
ДКИ-25-12ТВ	60	6	M4	45		60	55	32	128		24,5		1,3
ДКИ-40-12ТВ	80	7		55	M6	80	70	45	136	16	28	6	2,36
ДКИ-6-1,5	80,2											2	

Примечание. Двигатели типов ДКИ-40-12ТВ и ДКИ-6-1,5 имеют 6 отверстий диаметром d_{22} , остальные типы двигателей — 4 отверстия диаметром d_{22} .

12.2.5. Двигатели АД-25В1, АД-32В1

Двигатели АД-25В1, АД-32В1 имеют короткозамкнутый ротор. Питание двигателей производится от двухфазного источника с напряжениями, сдвинутыми по фазе на 90° . Крепление двигателей — фланцевое с упорным буртиком или торцевое. Режим работы — продолжительный (S1).

Расшифровка условного обозначения:

А — асинхронный, Д — двигатель, 25 или 32 — условный габарит (внешний диаметр корпуса, мм), В1 — частота напряжения питания 1000 Гц.

Схема включения двигателей АД-25В1 и АД-32В1 показана на рис. 12.39, б.

Основные технические данные двигателей АД-25В1 и АД-32В1 приведены в табл. 12.36, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.37.

Таблица 12.36. Технические данные двигателей АД-25В1, АД-32В1

Тип двигателя	P_{2max} , Вт	M_n , Н·м	$M_{ном}$, Н·м	$I_{н.в.}$, А	$I_{н.у.}$, А	$\tau_{м.с}$	Z_y , Ом	Z_B , Ом
АД-25В1	2,5	3,2	2	0,4	0,7	0,05	$25 + j30$	$88 + j120$
АД-32В1	4,5	6	3,7	0,6	1,3	0,03	$12 + j20$	$35 + j57$

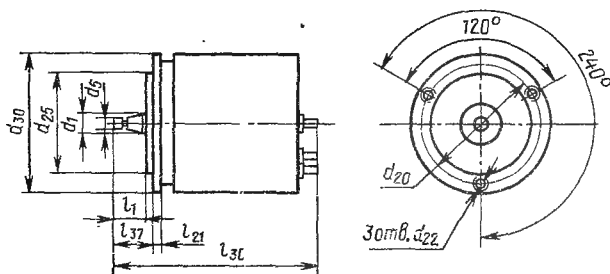
Технические данные, общие для двигателей АД-25В1, АД-32В1

Условия эксплуатации двигателей АД-25В1, АД-32В1

Напряжение питания, В:	
обмотки возбуждения	40
обмотки управления	24
Частота напряжения питания, Гц	1000
Частота вращения, об/мин:	
при холостом ходе	16 000
при номинальном режиме работы . . .	12 000
Момент противодействия самоходу, 10^{-3} Н·м	0,5
Момент инерции ротора, 10^{-6} кг·м ²	0,1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с ² . . .	300
Ударные нагрузки, м/с ²	750
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +60
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	150

Таблица 12.37. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей АД-25В1 и АД-32В1



Тип двигателя	d_{30}	d_{25}	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
АД-25В1	25	18	3	М2,5	—	—	50	8	95	1,5	0,075
АД-32В1	32	22			26	М2	53			2	0,13

12.2.6. Двигатели серии АД

Двигатели серии АД имеют короткозамкнутый ротор. Питание двигателей производится от двухфазного источника переменного тока с напряжениями, сдвинутыми по фазе на 90°, или от трехфазного источника с преобразованием трехфазного напряжения в двухфазное со сдвигом фаз 90°.

Крепление двигателей — фланцевое с упорным буртиком или торцевое. Режим работы — продолжительный (S1).

Расшифровка условного обозначения: АД — серия, цифры — габарит (диаметр корпуса, мм), буквы А, Б, В, Д — напряжение питания, М — модификация обмотки уп-

Условия эксплуатации двигателей серии АД

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—2000
ускорение, м/с ² . . .	150
Ударные нагрузки, м/с ²	750
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка двигателей, ч:	
без редукторов . . .	5000
с редукторами . . .	2500

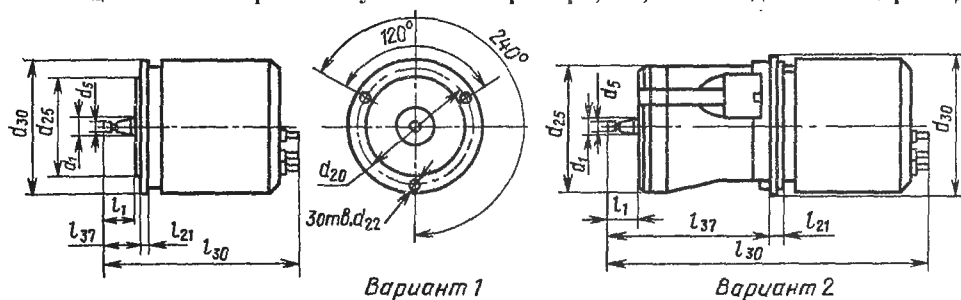
Таблица 12.38. Технические данные двигателей серии АД (частота напряжения питания 400 Гц)

Тип двигателя	$U_{в*}$ В	$U_{у*}$ В	P_{2max} Вт	$M_{п*}$ 10^{-3} Н·м	$M_{ном*}$ 10^{-3} Н·м	n_0 об/мин	$n_{ном}$ об/мин	$I_{в*}$ А	$I_{п*}$ А	$I_{о*}$ А	$I_{о*}$ А	$U_{тр}$ В	τ_m с	КПД, %	$\frac{J_{р*}}{10}$ $кг \cdot м^2$	Z_3 , Ом
АД-25В	40	24	1	3,5/70	1/25	6000/220	4000/160	0,25	0,3	0,17	0,28	0,6/1	0,02	18	1	66 + j80
АД-25ВР																
АД-25Б	40	40	1	3,5/70	1/25	6000/220	4000/160	0,25	0,25	0,17	0,17	1/1,5	0,02	18	1	176 + j220
АД-25БР																
АД-25Д	127	24	1	3,5/70	1/25	6000/220	4000/160	0,08	0,3	0,07	0,28	0,6/1	0,02	18	1	66 + j80
АД-25ДР																
АД-25А	127	40	1	3,5/70	1/25	6000/220	4000/160	0,08	0,25	0,07	0,17	1/1,5	0,02	18	1	176 + j220
АД-25АР																
АД-32ВМ	40	24	2	7/130	1,8/45	6500/240	4000/160	0,4	0,35	0,36	0,3	0,6/1	0,01	22	1	96 + j0
АД-32ВРМ																
АД-32Б	40	40	2	7/130	1,8/45	6500/240	4000/160	0,4	0,4	0,36	0,36	1/1,5	0,01	22	1	76 + j120
АД-32БР																
АД-32ДМ	127	24	2	7/130	1,8/45	6500/240	4000/160	0,15	0,35	0,13	0,3	0,6/1	0,01	22	1	96 + j0
АД-32ДРМ																
АД-32А	127	40	2	7/130	1,8/45	6500/240	4000/160	0,15	0,4	0,13	0,36	1/1,5	0,01	22	1	76 + j120
АД-32АР																
АД-50ВМ	40	24	4	21/420	5,2/130	4500/160	3000/120	1	0,76	0,9	0,7	0,6/1	0,016	20	6	42 + j0
АД-50ВРМ																
АД-50Б	40	40	4	21/420	5,2/130	4500/160	3000/120	1	1	0,9	0,9	1/1,5	0,016	20	6	20 + j54
АД-50БР																
АД-50ДМ	127	24	4	21/420	5,2/130	4500/160	3000/120	0,35	0,76	0,3	0,7	0,6/1	0,016	20	6	42 + j0
АД-50ДРМ																
АД-50А	127	40	4	21/420	5,2/130	4500/160	3000/120	0,35	1	0,3	0,9	1/1,5	0,016	20	6	20 + j54
АД-50АР																

Примечания: 1. В числителе указаны данные для двигателей без редуктора, в знаменателе — с редуктором.

2. $U_{тр}$ — напряжение трогания двигателя.

Таблица 12.39. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии АД



Тип двигателя	Вариант исполнения	d_{30}	d_{25}	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
АД-25А АД-25Б АД-25В АД-25Д	1	25	18			15		49	8		1,5	0,09
АД-32А АД-32Б АД-32ВМ АД-32ДМ	1	32	22	M2,5	3	26	M2	52	7,5	9,5		0,15
АД-50А АД-50Б АД-50ВМ АД-50ДМ	1	50	34	M3	3,8	42	M3	68,5	9,5	11,5	2	0,56
АД-32АР АД-32БР АД-32ВРМ АД-32ДРМ	2	35	32	M2,5	3	—	—	90,5	8,5	46		0,28
АД-50АР АД-50БР АД-50ВРМ АД-50ДРМ	2	53	50	M3	3,8	—	—	112	10,5	53	4	0,86

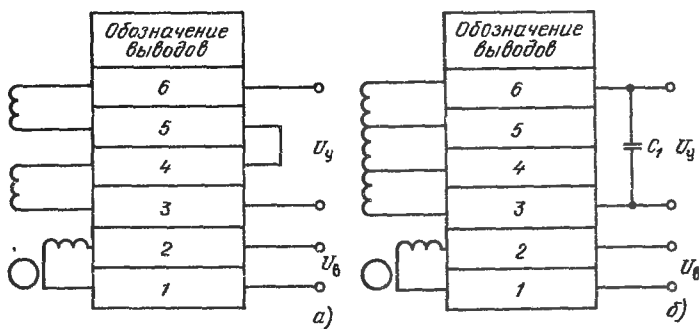
Рис. 12.40. Схемы включения двигателей серии АД:

a — для двигателей без буквы М в условном обозначении;

b — то же с буквой М

Значения емкости конденсатора C_1 приведены в таблице:

Тип двигателя	C_1 , мкФ	U_{C1} , В
АД-32ВМ, АД-32ВРМ, АД-32ДМ, АД-32ДРМ	0,33	150
АД-50ВМ, АД-50ВРМ, АД-50ДМ, АД-50ДРМ	1	



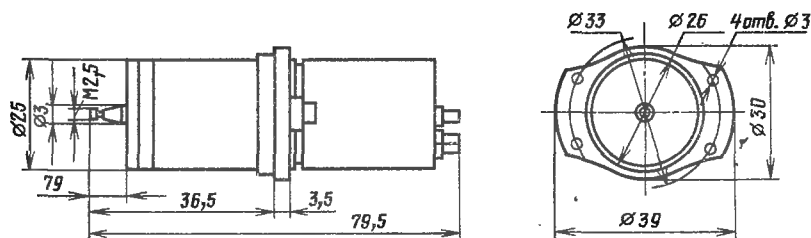


Рис. 12.41. Габаритные и установочные размеры двигателей АД-25АР, АД-25БР, АД-25ВР, АД-25ДР

равления, Р — с редуктором. (Передаточное число редуктора 1:25.)

Основные технические данные двигателей приведены в табл. 12.38.

Схемы включения двигателей серии АД показаны на рис. 12.40, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.39 и на рис. 12.41.

12.2.7. Двигатели серии ДМ

Двигатели серии ДМ имеют короткозамкнутый ротор. Питание двигателей производится от двухфазного источника с напряжениями, сдвинутыми по фазе на 90°. Крепление двигателей — фланцевое с упорным буртиком или торцевое. Режим работы — продолжительный (S1). Напряжения питания обмотки возбуждения 36 В, обмотки управ-

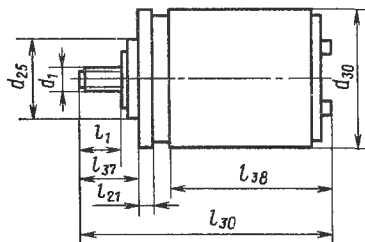
Таблица 12.40. Технические данные двигателей серии ДМ

Тип двигателя	P_{2max} , Вт	$M_{п.3}$, Н·м	n_p , об/мин	$I_{п.в.}$, А	$I_{п.у.}$, А	$U_{тр.}$, В
ДМ-0,1	0,1	0,6	8500	0,09	0,07	1,3
ДМ-0,4	0,4	1,8	6000	0,125	0,15	1,3
ДМ-1	1	5	5500	0,24	0,29	1

ления ДМ-0,1 — 18 В, остальных двигателей — 30 В. Частота напряжения питания 400 Гц.

Схема включения двигателей серии ДМ представлена на рис. 12.42, основные технические данные — в табл. 12.40, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.41.

Таблица 12.41. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДМ



Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_{25}	l_{30}	l_1	l_{21}	l_{37}	l_{38}	Масса, кг
ДМ-0,1А	20	4,8	12	34,12	4,52	2	6,62	23,4	0,04
ДМ-01Б		2,8		35,92	6,32		8,42		
ДМ-0,4	25	4,8	16	42,7	6,8		9,4	28,38	0,065
ДМ-1	30		20	58	6,4		9	44,88	0,15

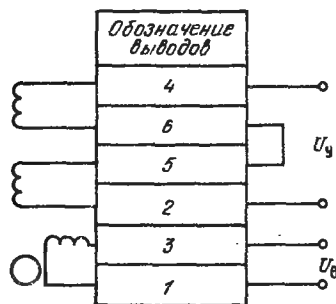


Рис. 12.42. Схема включения двигателей серии ДМ

Условия эксплуатации двигателей серии ДМ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 10–300

ускорение, м/с²:

ДМ-0,1 70

ДМ-0,4 150

ДМ-1 50

Ударные нагрузки, м/с²:

ДМ-1 120

остальных типов 150

Температура окружа-

ющей среды, °С –60 ÷ +100

Относительная влажность

воздуха при температу-

ре 40°С, % 98

Гарантийная наработка,

ч:

ДМ-1 1000

остальных типов 3200

12.2.8. Двигатели серии ДА, АДП-024

Двигатели серии ДА выполняются с короткозамкнутым ротором. АДП-024 — с полым немагнитным ротором. Крепление двигателей — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный (S1).

Для двигателей ДА-324 режим работы повторно-кратковременный при заторможенном роторе (1 ч 45 мин при $M_{ном} = 0,002 \text{ Н} \cdot \text{м}$, 15 мин при $M_{ном} = 0,007 \text{ Н} \cdot \text{м}$, 20 мин перерыв) или продолжительный.

Для двигателей АДП-024 режим работы повторно-кратковременный при заторможенном роторе (1 ч 45 мин при $M_{ном} = 0,004 \text{ Н} \cdot \text{м}$, 15 мин при $M_{ном} = 0,01 \text{ Н} \cdot \text{м}$, 20 мин перерыв) или продолжительный.

Основные технические данные двигателей серии ДА и АДП-024 приведены в табл. 12.42, схемы включения — на рис. 12.43, габаритные

и установочные размеры — в табл. 12.43 и на рис. 12.44.

Условия эксплуатации двигателей серии ДА и двигателей АДП-024

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ДА-324, АДП-024 5–2000

остальных типов 5–1000

ускорение, м/с²:

ДА-324, АДП-024 150

ДА-326 120

остальных типов 100

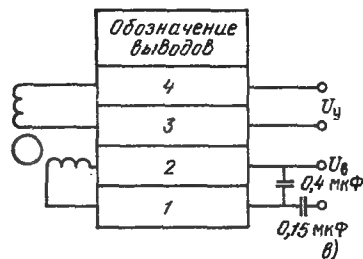
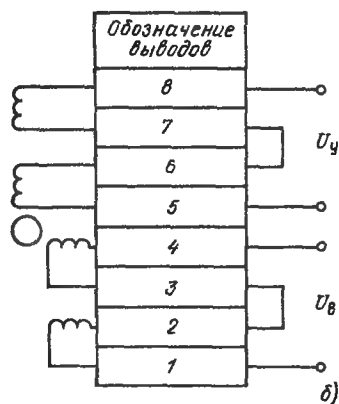
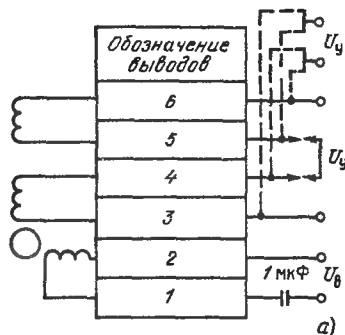
Ударные нагрузки, м/с²: 350

Рис. 12.43. Схемы включения двигателей серии ДА, АДП-024:

а — ДА-322, ДА-401, ДА-402; б — ДА-324, ДА-403, АДП-024; в — ДА-326

Таблица 12.42. Технические данные двигателей серии ДА, АДП-024

Тип двигателя	U_B , В	U_y , В	f , Гц	P_{2max} , Вт	M_n , 10^{-4} Н·м	n_0 , об/мин	$n_{ном}$, об/мин
ДА-322	40	24	400	1	68,6	4500	3000
ДА-401	40	110	400	4	122	6000	4000
ДА-402	40	24	400	4	122	6000	4000
ДА-403	18	18	400	—	145	6000	4000
ДА-324	16	16	500	—	70	4500	3500
АДП-024	12	12	500	—	100	10 000	6000
ДА-326	110	110	1000	—	48	10 000	6300

Температура окружающей среды, °С:

верхнее значение:

ДА-324, АДП-024 85

остальных типов 70

нижнее значение:

ДА-326 -40

остальных типов -60

Относительная влажность воздуха

при температуре 40 °С, % 98

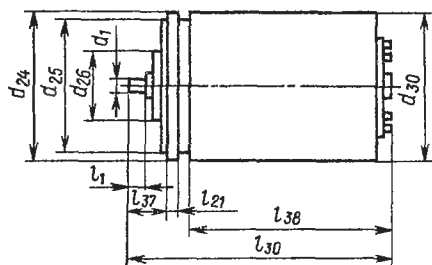
Гарантийная наработка, ч:

ДА-324, АДП-024 550

ДА-326 150

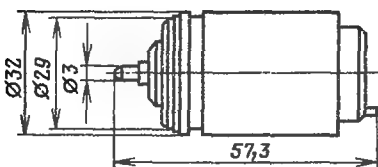
остальных типов 5500

Таблица 12.43. Габаритные и установочные размеры, мм, двигателей ДА-324, АДП-024

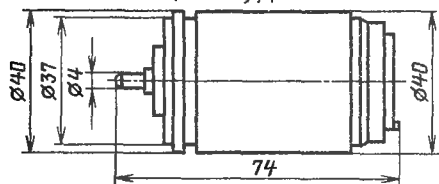


Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_{24}	d_{25}	d_{26}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	l_{38}
ДА-324	32	3	32	28	20	50	5	10,1	2,5	34,4
АДП-024	40	4	40	36	16	71				55,4

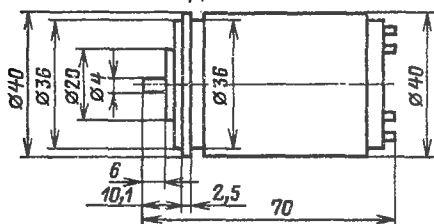
ДА-322



ДА-401, ДА-402



ДА-403



ДА-326

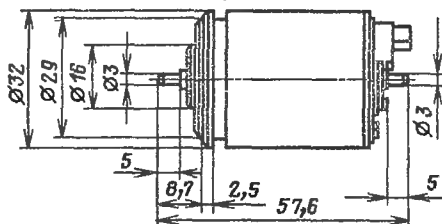


Рис. 12.44. Габаритные и установочные размеры двигателей ДА-322, ДА-401, ДА-402, ДА-403, ДА-326

$I_{н.в.}, A$	$I_{п.у.}, A$	$I_{о.в.}, A$	$I_{о.у.}, A$	$U_{тр.}, B$	τ_m, c	$J_p, 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	Масса, кг
0,27	1,5	0,32	1,6	0,5	0,017	2	0,18
0,25	0,5	0,43	0,45	2,5	0,025	—	0,3
0,25	2,5	0,43	2,0	0,4	0,025	2,5	0,3
0,8	0,8	1,1	1,1	1,0	0,023	5	0,3
1,3	1,3	1,2	1,2	0,5	0,014	5	0,15
2,3	2,3	2	2	0,5	0,025	5	0,3
0,14	0,18	0,16	0,15	4	—	—	0,19

12.2.9. Двигатели серии ДИД

Двигатели серии ДИД имеют полый немагнитный ротор. Сдвиг фаз напряжения обмотки управления относительно напряжения обмотки возбуждения, равный 90° , осуществляется с помощью специальных схем независимо от нагрузки двигателя. Соединение с нагрузкой осуществляется с помощью трибки (ДИД-0,1, ДИД-0,5, ДИД-0,6) либо муфты или шестерни. Не допускается непосредственное соединение вала с нагрузкой, создающей осевое усилие. Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный (S1). Напряжение питания обмоток возбуждения и управления 36 В, час-

тота напряжения питания 400 Гц, двигателя ДИД-ТЧ — 1000 Гц.

Расшифровка условного обозначения: Д — двигатель; И — индукционный; Д — двухфазный; число — максимальная мощность, Вт; ТА — нагревостойкие; ТВ, У — нагревовлажностойкие; ТЧ — нагревостойкие на частоту напряжения питания 1000 Гц.

Основные технические данные двигателей серии ДИД приведены в табл. 12.44.

Схемы включения двигателей серии ДИД приведены на рис. 12.45, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 12.45.

Условия эксплуатации двигателей серии ДИД

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ДИД-ТЧ 10—2000

остальных типов 10—1000

ускорение, м/с²:

ДИД-ТЧ 250

остальных типов 75

Ударные нагрузки, м/с² 120

Температура окружающей среды,

°С:

верхнее значение:

ДИД-0,1ТА, ДИД-0,1ТВ, 80

ДИД-0,6ТВ, ДИД-0,6ТА 100

остальных типов 100

нижнее значение —60

Относительная влажность воздуха,

%:

ДИД-ТВ, ДИД-0,5У при темпе-

ратуре 40°C 98

остальных типов при темпе-

ратуре 20°C 98

Гарантийная наработка, ч:

ДИД-0,1ТА, ДИД-0,1ТВ 1500

ДИД-ТЧ 150

остальных типов 2200

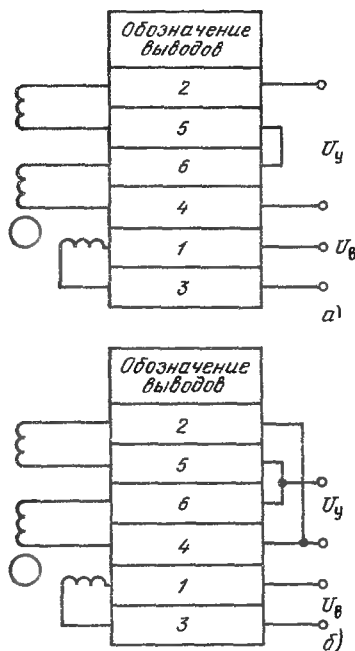


Рис. 12.45. Схемы включения двигателей серии ДИД:

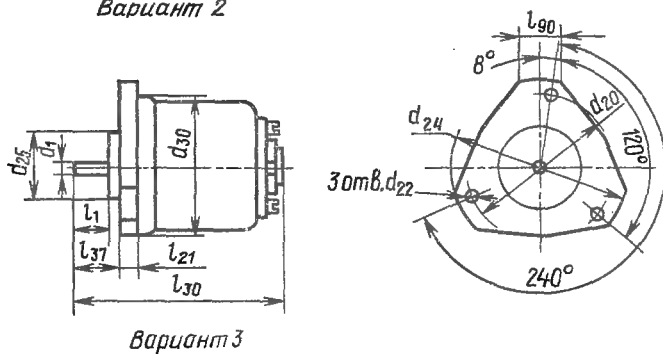
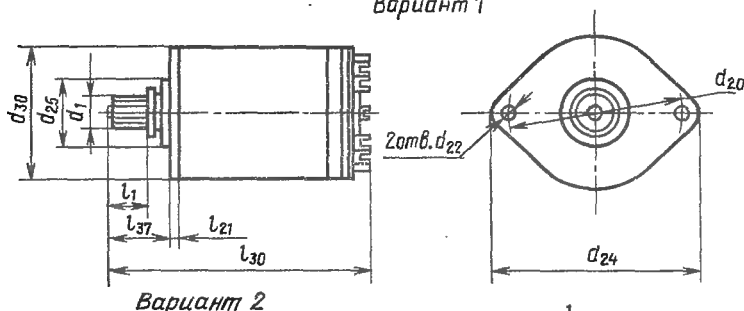
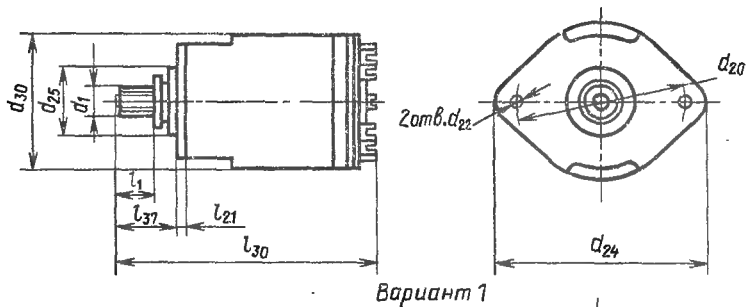
а — все двигатели, кроме ДИД-0,5; б — ДИД-0,5

Таблица 12.44. Технические данные двигателей серии ДИД

Тип двигателя	P_{2max} , Вт	M_n , 10^{-3} Н·м	n_n , об/мин	$I_{п.в.}$, А	$I_{п.у.}$, А	$U_{тр.}$, В	τ_m , с	КПД, %	J_p , 10^{-6} кг·м ²	Z_y , Ом	Z_B , Ом
ДИД-0,1ТА, ДИД-0,1ТВ	0,1	0,255	12 000	0,08	0,07	0,5	0,14	3	0,003	475 + j250	430 + j260
ДИД-0,5ТА	0,4	0,686	14 000	0,15	0,135	0,5	0,08	8	0,0055	215 + j170	200 + j185
ДИД-0,5У	0,4	0,686	14 000	0,09	0,15	0,4	0,11	8	0,0055	169 + j158	307 + j342
ДИД-0,6ТВ	0,6	0,98	16 000	0,2	0,13	0,5	0,11	13	0,098	215 + j144	160 + j140
ДИД-1ТВ	1	1,568	18 000	0,25	0,145	1	0,08	18	0,008	190 + j145	150 + j135
ДИД-2ТВ	2	3,33	18 000	0,4	0,23	1	0,055	20	0,009	130 + j100	80 + j70
ДИД-3ТА, ДИД-3ТВ	3	8,82	8000	0,7	0,47	0,5	0,025	23	0,025	35 + j60	30 + j45
ДИД-5ТА, ДИД-5ТВ	5	21,56	6000	1,2	0,5	0,5	0,075	20	0,25	50 + j50	50 + j50
ДИД-0,6ТЧ	0,5	0,882	15 000	0,23	0,15	0,5	0,16	7	0,098	190 + j130	115 + j125
ДИД-1ТЧ	1	1,372	20 000	0,35	0,23	1	0,1	13	0,008	100 + j110	70 + j90
ДИД-2ТЧ	1,7	2,646	20 000	0,44	0,3	1	0,065	20	0,009	55 + j80	50 + j70

Примечание. Частота напряжения питания всех двигателей, за исключением ДИД-ТЧ, 400 Гц, двигателей ДИД-ТЧ — 1000 Гц.

Таблица 12.45. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДИД



Тип двигателя	Вариант исполне- ния	d_{30}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	l_{30}	Масса, кг		
ДИД-0,1ТА ДИД-0,1ТВ	1	18,7	4,2	24	2,5	28,5	12	38,5	5,1	7,8	2,1	—	0,025		
ДИД-0,5ТА ДИД-0,5У	2	22,2		3	32,3	16	43,1	46,3					4,3	7,5	0,05
ДИД-0,6ТВ	2	26			31	36	12								45,5
ДИД-0,6ТЧ															
ДИД-1ТВ	3	34	2,8	38,8	3,2	44,6	20	57	9,6	11,6	4	10,5	0,115		
ДИД-1ТЧ						44		54,5	8	10		10	0,11		
ДИД-2ТВ						44,6		69	8,8	10,8		10,5	0,165		
ДИД-2ТЧ						44		68,5	8	10		10	0,16		

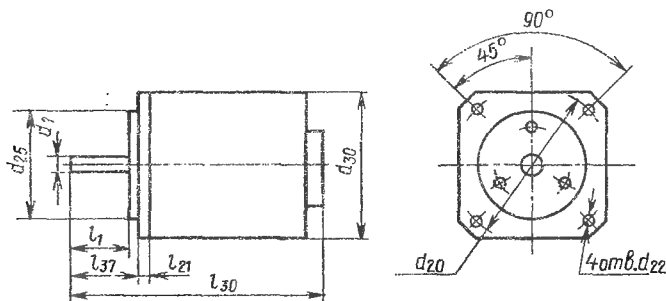
Таблица 12.46. Технические данные двигателей серии ЭМ

Тип двигателя	U_y , В	P_{2max} , Вт	M_n , 10^{-3} Н·м	$M_{ном}$, 10^{-3} Н·м	$n_{ном}$, об/мин	$I_{н,в}$, А	$I_{н,у}$, А	$M_{пр,с}$, 10^{-3} Н·м	КПД, %	τ_m , с	C_Φ , мкФ
ЭМ-0,2М	60	0,2	2	1	2500	0,15	0,2	—	2,1	0,02	0,3
ЭМ-0,5М	60	0,5	5	2,5	2000	0,2	0,15	—	5,4	0,015	0,25
ЭМ-1М,	60	1	7	4	2500	0,25	0,2	—	4,3	0,015	0,3
ЭМ-1МТ											
ЭМ-2М,	60	2	15	6	4000	0,3	0,25	—	8,2	0,02	0,45
ЭМ-2МТ											
ЭМ-4М	60	4	22	12	3300	0,45	0,3	—	10,5	0,025	0,75
ЭМ-8М	80	8	32	20	4000	0,5	0,8	—	19	0,03	0,8
ЭМ-15М	80	15	60	40	4000	1	0,9	1,9	21	0,035	1,6
ЭМ-25М	80	25	90	58	4000	1,25	1,2	3,9	23	0,04	2,4
ЭМ-0,5	115	0,5	4	2	2000	0,165	0,035	—	—	0,025	0,25
ЭМ-1	115	1	6,5	3,2	2000	0,25	0,055	—	—	0,03	0,3
ЭМ-2	115	2	17	8	2000	0,35	0,11	—	—	0,035	0,5
ЭМ-4	115	4	30	18	2000	0,55	0,15	—	—	0,08	0,8
ЭМ-4А	115	4	28	14	2000	0,55	0,16	—	—	0,04	0,75
ЭМ-25	50	25	76	58	4000	1,3	0,85	8	—	0,1	3
ЭМ-2-12	50	2	6,5	4,5	5000	0,25	0,125	—	—	0,04	0,35
ЭМ-2-12А	50	2	6,5	4,5	5000	0,25	0,13	—	—	0,03	0,35
ЭМ-8-12	50	8	18	13	6000	0,36	0,25	1,2	—	0,045	0,75
ЭМ-8-12А	50	8	18	13	6000	0,35	0,25	1,2	—	0,045	0,75

Примечания: 1. В таблице приняты обозначения: $I_{н,в}$, $I_{н,у}$ — токи возбуждения и управления при номинальной нагрузке; $M_{пр,с}$ — момент противодействия самоходу.

2. При отключенной обмотке управления частота вращения холостого хода (самоход) не более 1 об/мин.

Таблица 12.47. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серий ЭМ, ЭМ-М, ЭМ-МТ, ЭМ-12



Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
ЭМ-0,2М	38	3	45	3,5	30	61	8	10	3	0,165
ЭМ-0,5М						69				0,255
ЭМ-0,5						73	12	14		0,265
ЭМ-1М	42		50		35	76	8	10		0,305
ЭМ-1МТ										0,33
ЭМ-1							12	14		0,305
ЭМ-2-12						80				0,305

Продолжение табл. 12.47

Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг						
ЭМ-2-12А	42	3	50	3,5	35	80*	12,6	14,6	3,5	0,33						
ЭМ-2М	48		55	4,5	40		8	10	3	0,405						
ЭМ-2МТ										90	12	14	0,5			
ЭМ-2	55		64		91		14	16					3,2	0,587		
ЭМ-4М									90	12	14	3		0,557		
ЭМ-8-12														90	12	14
ЭМ-8-12А													0,64			
ЭМ-4А	65	4	75		50	95	14	16	3	0,81						
ЭМ-8М						97				0,8						
ЭМ-15М	75	6	85		60	116	18	21	5	1,3						
ЭМ-25М						140	22	25		1,67						
ЭМ-25	95		105		89	141				2,8						

Основные технические данные двигателей серий ЭМ, ЭМ-М, ЭМ-МТ, ЭМ-12 приведены в табл. 12.46.

Схема включения двигателей серий ЭМ, ЭМ-М, ЭМ-МТ, ЭМ-12 представлена на рис. 12.46, а, габаритные и установочные размеры и масса — на рис. 12.47 и в табл. 12.47.

12.2.11. Двигатели ЭМ-221

Двигатели имеют полый немагнитный ротор, снабженный редуктором с двумя выходными соосными валами с передаточным числом к внешнему валу 1:99,66, к внутреннему валу 1:25,72. Режим работы — продолжительный (S1). Крепление двигателей — фланцевое.

Технические данные двигателя ЭМ-221

Напряжение питания обмотки, В:	
возбуждения	36
управления	36
Частота напряжения питания, Гц	400
Номинальный нагрузочный момент на внешнем валу редуктора, Н·м	0,04
Частота вращения внешнего вала, об/мин	68

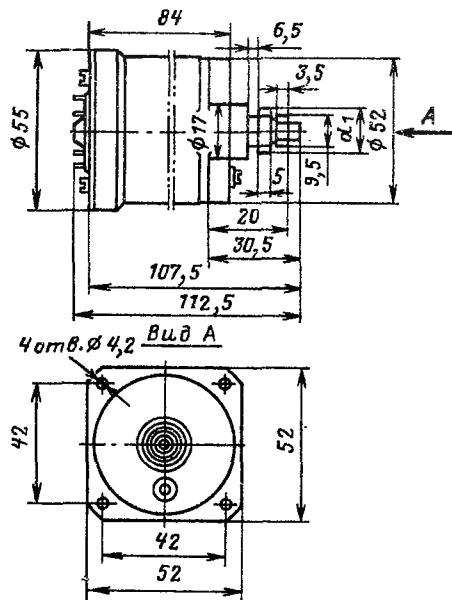


Рис. 12.48. Габаритные и установочные размеры двигателя ЭМ-221. Значения размера d_1 приведены ниже:

Тип двигателя	d_1
ЭМ-221-1	15,2
ЭМ-221-2	19

Потребляемый ток *, А:

возбуждения 0,7

управления * 0,4

Напряжение трогания *, В 4

Емкость фазосдвигающего конденсатора, мкФ 3

Масса, кг 0,7

* Значения даны при нагрузке на наружном валу редуктора 0,04 Н·м.

Условия эксплуатации двигателей ЭМ-221

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 10–300

ускорение, м/с² 50–60

Ударные нагрузки, м/с² 120

Температура окружающей среды, °С –60 ÷ +70

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 675

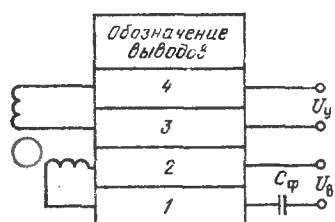
Схема включения двигателя ЭМ-221 представлена на рис. 12.46, б, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.48.

12.2.12. Двигатели серии АДП

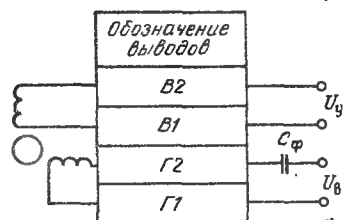
Двигатели АДП — с полым ротором. Крепление двигателей — за корпус. Режим работы — продолжительный (S1). Двигатель АДП-1120 снабжен центробежным стабилизатором частоты вращения.

Технические данные двигателей серии АДП приведены в табл. 12.48.

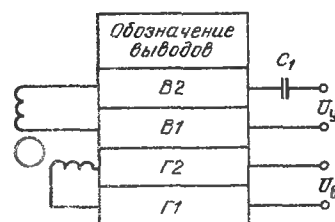
Схемы включения двигателей серии АДП показаны на рис. 12.49, габаритные и установочные размеры и масса — на рис. 12.50 и в табл. 12.49.



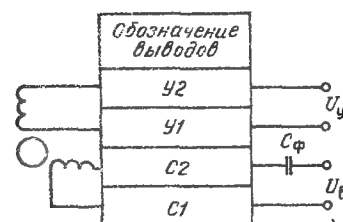
а)



б)



в)



г)

Рис. 12.49. Схемы включения двигателей серии АДП:

а — АДП-1121, АДП-1123, АДП-1120; б — АДП-1262, АДП-1362; в — АДП-1001; г — АДП-1263, АДП-1363, АДП-1563

Таблица 12.48. Технические данные двигателей серии АДП

Тип двигателя	U_B , В	U_γ , В	f , Гц	P_{2max} , Вт	$M_{п.}$, 10^{-4} Н·м	$M_{ном.}$, 10^{-4} Н·м	n_0 , об/мин	$n_{ном.}$, об/мин	$I_{п.в.}$, А	$I_{п.у.}$, А
АДП-1120	110	110	400	2,4	—	58,8	—	4000	—	—
АДП-1121	110	110	400	8,9	167	142	10 000	6000	0,22	0,31
АДП-1123	110	110	400	4,1	137	98	6700	4000	0,18	0,28
АДП-1001	120	35	500	3,7	54	39	12 500	9000	—	—
АДП-1262	110	125	50	90	833	490	2500	1750	—	0,6
АДП-1263	36	275	500	24,7	588	392	8500	6000	—	0,65
АДП-1362	110	125	50	17	1666	842	2500	1950	—	0,75
АДП-1363	36	245	500	46,4	833	735	8600	6000	—	0,95
АДП-1563	36	220	500	62	1176	980	8600	6000	—	1,2

Продолжение табл. 12.48

Тип двигателя	$I_{н.в.}$ А	$I_{н.у.}$ А	$I_{с.у.}$ А	τ_m с	$U_{1р.}$ В	КПД, %	$C_{ф.}$ мкФ	C_1 мкФ	U_C В	L_A дБ
АДП-1120	—	—	—	0,087	—	7,5	0,3	—	400	49
АДП-1121	0,25	0,27	0,25	0,087	2,5	22	0,5	—	400	46
АДП-1123	0,4	0,22	0,27	0,064	2,5	12	0,3	—	400	56
АДП-1001	0,25	0,38	0,15	0,039	3	—	—	0,3	200	46
АДП-1262	0,6	0,25	0,53	0,005	3	17	2,5	—	400	48
АДП-1263	0,6	1,6	0,55	0,027	3	27	3,9	—	200	56
АДП-1362	0,8	0,6	0,7	0,006	3	23,5	6,5	—	400	48
АДП-1363	0,65	2	0,68	0,051	5	35	6,6	—	200	56
АДП-1563	0,85	3,4	0,75	—	4	34	13	—	200	56

Примечание. U_v , U_y — напряжение питания обмотки возбуждения и управления. Остальные обозначения те же, что и в табл. 12.46.

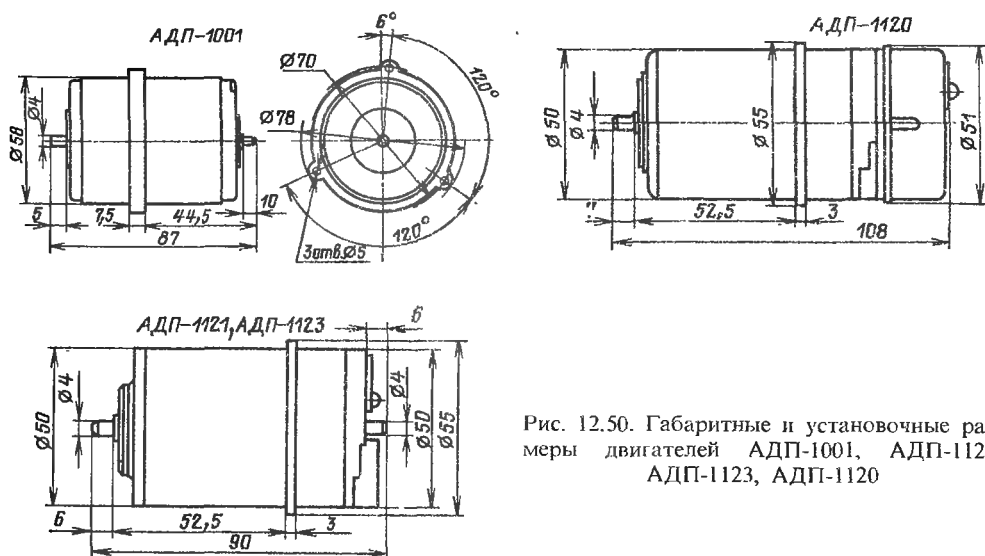


Рис. 12.50. Габаритные и установочные размеры двигателей АДП-1001, АДП-1121, АДП-1123, АДП-1120

Условия эксплуатации двигателей серии АДП

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5–200

ускорение, m/s^2 40

Ударные нагрузки, m/s^2 350

Температура окружающей среды, $^{\circ}C$ $-50 \div +85$

Относительная влажность воздуха при температуре $40^{\circ}C$, % 98

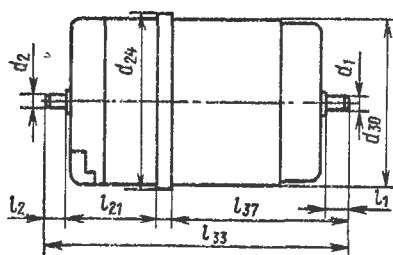
Гарантийная наработка, ч:

АДП-1262, АДП-1362, АДП-1563 2000

АДП-1001 200

остальных типов 1500

Таблица 12.49. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей АДП



Продолжение табл. 12.49

Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_2	d_{24}	l_{33} (l_{30})	l_1	l_2	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
АДП-1262, АДП-1263	70	6	4	74	122,5	8,8	6,5	79,9	4	1,6
АДП-1362	85	8	—	89	(135,35)	12	—	90,15	5	2,6
АДП-1363			6		144,5	11,7	9	89,85		2,7
АДП-1563	108	10		112	183	14,7		122,5	6	5,7

12.2.13. Двигатели АДП-507, АДП-308, АДП-314

Двигатели имеют полный немагнитный ротор и редуктор (кроме АДП-507Б). Крепление двигателей — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный (S1).

Технические данные двигателей АДП-507, АДП-308, АДП-314 приведены в табл. 12.50, 12.51.

Схема включения двигателей АДП-507, АДП-308 и АДП-314 представлена на рис. 12.51, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.52.

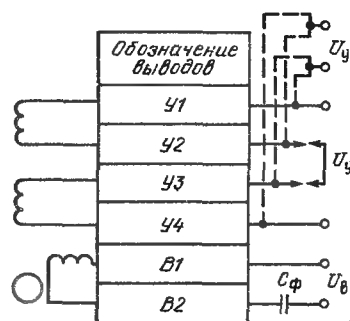


Рис. 12.51. Схема включения двигателей АДП-507, АДП-308, АД-314

Таблица 12.50. Технические данные двигателей АДП-507, АДП-507А, АДП-507Б, АДП-308, АДП-314 (частота напряжения питания 400 Гц)

Тип двигателя	U_B , В	U_y , В	P_{2max} , Вт	M_n , 10^{-3} Н·м	n_n , об/мин	$n_{ном}$, об/мин	$I_{п.в.}$, А	$I_{п.у.}$, А	$I_{о.в.}$, А	$I_{о.у.}$, А
АДП-507	40	40	6,5	238	400	280	0,2	1,1	0,4	0,7
АДП-507А	110	140	7,5	437	400	240	0,25	0,3	0,4	0,2
АДП-507Б	110	140	7,5	175	1000	6000	0,25	0,3	0,4	0,2
АДП-308	40	40	2	76	500	325	0,16	0,6	0,25	0,6
АДП-314	40	40	4	160	500	325	0,2	0,7	0,4	0,65

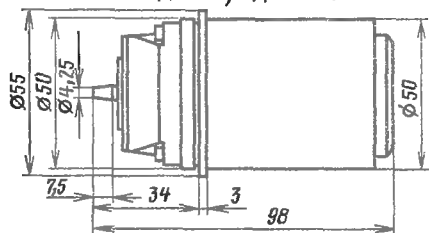
Продолжение табл. 12.50

Тип двигателя	$U_{тр.}$, В	τ_m , с	КПД, %	J_p , 10^{-7} кг м ²	Z_B , Ом	Z_y , Ом	C_{ϕ} , мкФ	U_C , В
АДП-507	2	0,056	30,0	5,2	$180 + j155$	$32 + j30$	1	250
АДП-507А	4,5	0,032	30,0	5,2	$500 + j400$	$420 + j330$	0,4	500
АДП-507Б	4,5	0,032	30,0	5,2	$500 + j400$	$420 + j330$	0,4	500
АДП-308	1,5	0,032	15	1	$260 + j320$	$60 + j62$	0,75	250
АДП-314	1,5	0,032	24	1	$230 + j350$	$38 + j50$	0,8	250

Таблица 12.51. Технические данные двигателей АДП-507, АДП-507А, АД-507Б, АДП-308, АДП-314 (частота напряжения питания 500 Гц)

Тип двигателя	$M_{пз}$, Н·м 10 ³	n_0 , об/мин	$n_{ном}$, об/мин	$I_{пв}$, А	$I_{п.у}$, А	$I_{св}$, А	$I_{с.у}$, А	τ_m , с	Z_B , Ом	Z_y , Ом	C_{Φ} , мкФ	Мас-са, кг
АДП-507	212	440	360	0,18	1,0	0,4	0,5	0,07	220 ⁺ +j190	38+j35	0,75	0,65
АДП-507А	375	440	320	0,2	0,25	0,35	0,18	0,04	600+j500	500+j400	0,35	0,65
АДП-507Б	15	11 000	8000	0,2	0,25	0,35	0,18	0,04	600+j500	500+j400	0,35	0,55
АДП-308	70	575	400	0,15	0,5	0,25	0,45	0,04	310+j390	73+j75	0,6	0,3
АДП-314	126	575	400	0,16	0,65	0,35	0,4	0,04	280+j420	46+j62	0,6	0,3

АДП-507, АДП-507А



Условия эксплуатации двигателей АДП-507, АДП-308 и АДП-314

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—1000

ускорение, м/с² 100Ударные нагрузки, м/с² 750

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +70

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 2000

12.2.14. Двигатели серии РД-09

Двигатели выполняются с короткозамкнутым ротором и сменными редукторами. Двигатели различаются модификациями по

Таблица 12.52. Углы допустимого расположения коробки выводов

Переда-точное отношение редуктора	Тип двигателя	
	РД-09, РД-09Т, РД-09П, РД-09ПТ, РД-09-П2, РД-09-П2Т	РД-09-А, РД-09-ТА, РД-09-ПА, РД-09-ПТА, РД-09-П2А, РД-09-П2ТА
1 : 6,25; 1 : 15,62; 1 : 39,06; 1 : 76,56; 1 : 137; 1 : 268		
1 : 478; 1 : 670		

Рис. 12.52. Габаритные и установочные размеры двигателей АДП-507, АДП-507А, АДП-507Б, АДП-308, АД-314

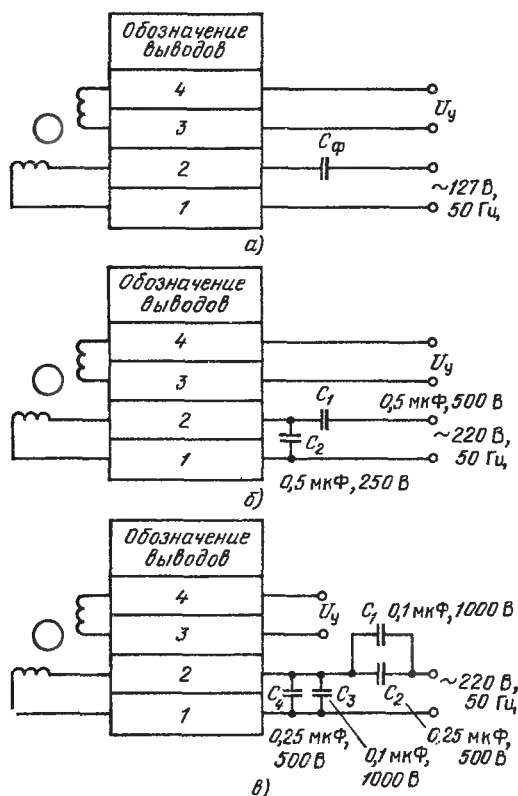


Рис. 12.53. Схемы включения двигателей серии РД-09:

а — напряжение питания 127 В; б, в — то же 220 В

напряжению питания обмотки управления, расположению редуктора и климатическому исполнению (двигатели с буквой Т в условном обозначении способны работать в окружающей среде, содержащей споры грибов). Крепление двигателей — торцевое.

Для обеспечения нормальных условий смазки зубчатых колес редуктора двигатели необходимо устанавливать с расположением коробки выводов в пределах углов, указанных в табл. 12.52 (вид со стороны выходного вала).

Режим работы — продолжительный (S1), реверсивный.

Основные технические данные двигателей серии РД-09 приведены в табл. 12.53.

Схемы включения двигателей серии РД-09 представлены на рис. 12.53, габаритные и установочные размеры — на рис. 12.54.

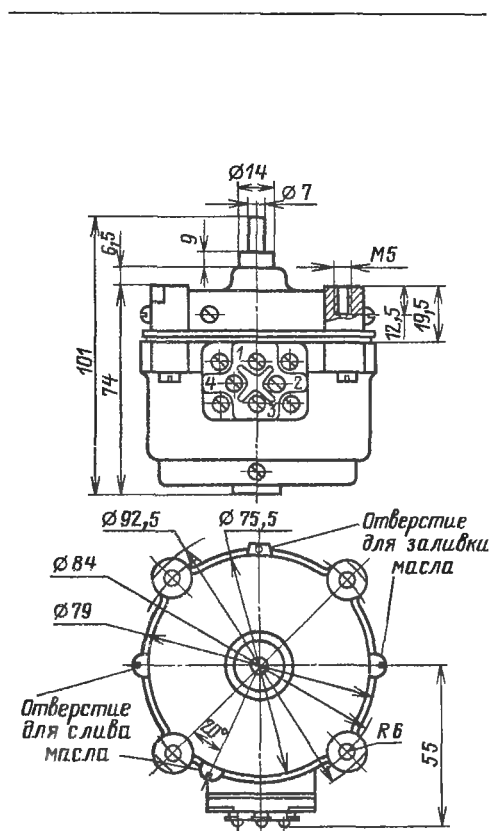


Рис. 12.54. Габаритные и установочные размеры двигателей РД-09, РД-09Т, РД-09П, РД-09ПТ, РД-09-П2, РД-09-П2Т и РД-09-А, РД-09ТА, РД-09ПА, РД-09ПТА, РД-09-П2А, РД-09-П2ТА

Условия эксплуатации двигателей серии РД-09

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	5—80
ускорение, $м/с^2$	30
Ударные нагрузки, $м/с^2$	150
Температура окружающей среды, °С	5—60
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	18 000

Таблица 12.53. Технические данные двигателей серии РД-09

Параметр	РД-09, РД-09-А	РД-09-Т, РД-09-ТА	РД-09-П, РД-09-ПА	РД-09-ПТ, РД-09-ПТА	РД-09-П2, РД-09-П2А	РД-09-ПТ2, РД-09-ПТ2А
Напряжение питания обмотки возбуждения, В				127		
Напряжение питания обмотки управления, В	127				20	10
Частота напряжения питания, Гц				50		
Максимальная полезная мощность, Вт				1		
Начальный пусковой момент, Н·м, на валу редуктора, при передаточных отношениях:						
1 : 15,62				0,156		
1 : 39,06				0,392		
1 : 76,56				0,754		
1 : 137				1,27*		
1 : 268				1,27		
1 : 478				1,27		
1 : 670				1,27		
1 : 6,25				0,063		
Частота вращения вала редуктора при холостом ходе, об/мин, при передаточных отношениях:						
1 : 15,62	76	70	76	70	76	70
1 : 39,06	30	27	30	27	30	27
1 : 76,56	15,5	14	15,5	14	15,5	14
1 : 137	8,7	8	8,7	8	8,7	8
1 : 268	4,4	4	4,4	4	4,4	4
1 : 478	2,5	2,3	2,5	2,3	2,5	2,3
1 : 670	1,75	1,65	1,75	1,65	1,75	1,65
1 : 6,25	185	170	185	170	185	170
Максимальная потребляемая мощность возбуждения, В·А				14		
Максимальная потребляемая мощность управления, В·А	7,8				7	
Ток возбуждения при холостом ходе, А	0,06				0,35	0,7
Ток управления при холостом ходе, А				0,11		
Напряжение трогания, В	10				1,5	0,8
Электромеханическая постоянная времени, с				0,03		
Коэффициент полезного действия, %				6		
Момент инерции ротора, 10 ⁻⁶ кг·м ²				3,5		
Емкость фазосдвигающего конденсатора, мкФ				1		
Рабочее напряжение фазосдвигающего конденсатора, В				300		
Масса, кг				0,95		

* Момент установлен исходя из прочности зуба шестерни редуктора.

Особенностью синхронных двигателей, определяющей их функциональные возможности и области применения, является постоянство средней частоты вращения при неизменных частоте и амплитуде напряжения питания и колебаниях момента нагрузки.

По конструкции и принципу действия синхронные двигатели делятся на реактивные (СДР), гистерезисные (СДГ), с возбуждением от постоянных магнитов (СДМ) и с электромагнитной редукцией частоты вращения (СДЭР).

Лучшие характеристики имеют трехфазные синхронные двигатели. Однофазные уступают трехфазным по полезной мощности в тех же габаритных размерах примерно на 30 %.

Наиболее высокие энергетические показатели имеют СДМ. В диапазоне мощностей от единиц до 100 Вт они имеют КПД 30–80 % и $\cos \varphi$ до 0,85. В том же диапазоне мощностей СДГ имеют КПД 10–65 % и $\cos \varphi = 0,3 \div 0,5$. Наихудшие энергетические показатели имеют СДР. Их КПД 15–40 % в диапазоне 10–60 Вт и только при мощности до нескольких сотен ватт КПД СДР достигает 60 %.

Лучшие удельные показатели имеют СДМ, а СДГ несколько уступают СДМ по этому показателю, но превосходят СДР в диапазоне мощностей 200–300 Вт. Свыше 300 Вт удельные показатели СДГ и СДР становятся сравнимыми.

Пусковые свойства СДМ и СДР характеризуются начальным пусковым моментом и моментом входа в синхронизм, численно равным максимальному моменту сопротивления нагрузки, при котором ротор еще втягивается в синхронизм с подсинхронной частоты вращения, составляющей обычно $(0,95 \div 0,97)n_c$. С энергетической точки зрения наиболее выгодным является режим

работы СДМ вблизи точки номинального момента, поскольку это соответствует максимальному значению КПД и допустимым повышением температуры.

Электродвигатели СДГ и СДЭР допускают работу с перегрузкой в течение длительного времени, поскольку при увеличении нагрузки увеличивается КПД, а мощность потеря изменяется незначительно.

Сравнительные данные пусковых и рабочих свойств синхронных двигателей различных видов приведены в табл. 13.1.

Значительное влияние на характеристики синхронных двигателей оказывает изменение напряжения и частоты питания. Эти изменения в первую очередь оказывают влияние на пусковые свойства и перегрузочную способность.

Двигатели серии ДСП — гистерезисные трехфазные многоскоростные прецизионные. Двигатели имеют пять фиксированных частот вращения, что обеспечивает одновременным изменением напряжения питания и частоты напряжения питания.

Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные двигателей серии ДСП приведены в табл. 13.2, габаритные и установочные размеры — в табл. 13.3.

Т а б л и ц а 13.1. Пусковые и рабочие свойства синхронных двигателей

Вид двигателя	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{вх}^*}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$
СДР	1,0–2,5	1–1,3	1,2–2,65	2–10
СДГ	1,0–1,8	—	1,0–1,3	1,2–1,3
СДМ	1,5–4	1,3–1,6	1,5–3	2–4

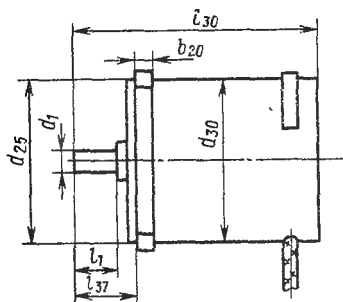
* $M_{вх}$ — момент входа в синхронизм.

Таблица 13.2. Технические данные двигателей серии ДСП

Тип двигателя	U, В	f, Гц	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	cos φ	$t_{\text{вх}}^*$, с
ДСП-10	36	400	6000	10	1,58	3,6	34,5	0,2	2
	20	200	3000						
	12	100	1500						
	7,5	50	750						
	6	25	375						
ДСП-25	36	400	6000	25	3,92	6,6	44,0	0,22	
	20	200	3000						
	12	100	1500						
	7,5	50	750						
	6	25	375						
ДСП-60	76	400	6000	60	9,81	5,4	54,5	0,21	3
	40	200	3000						
	21	100	1500						
	12	50	750						
	8	25	375						
ДСП-120	76	400	6000	120	19,62	9,6		0,24	4
	40	200	3000						
	21	100	1500						
	12	50	750						
	7	25	375						

* $t_{\text{вх}}$ — время вхождения в синхронизм.

Таблица 13.3. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДСП



Тип двигателя	d_1	d_{25}	d_{30}	l_1	l_{37}	l_{30}	b_{20}	Масса, кг
ДСП-10	9	60	60	18,5	25	120	10	1,5
ДСП-25	9	70	70	21,5	28	133	10	2,0
ДСП-60	9	95	95	18,0	25	155	10	3,5
ДСП-120	9	130	130	37,5	45	175	15	7,0

Условия эксплуатации двигателей серии ДСП

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—300

ускорение, м/с^2 100Ударные нагрузки, м/с^2 150Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div 60$ Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 98

Гарантийная наработка, ч 3000

13.1.3. Двигатели серии Г

Двигатели серии Г — гистерезисные однофазные и трехфазные. Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Основные технические данные двигателей серии Г приведены в табл. 13.4.

Схемы включения двигателей серии Г даны на рис. 13.1, габаритные и установочные размеры и масса двигателей серии Г — в табл. 13.5.

Таблица 13.4. Технические данные двигателей серии Г

Тип двигателя	Число фаз m	U , В	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	$\cos \varphi$	C_{Φ} , мкФ	U_C , В
Г201	1	115	8000	3	0,37	0,3	11	0,5	—	—
Г202УХЛ4	3	127	3000	2	0,63	0,2	10,5	0,43	—	—
Г205УХЛ4	1	220/127	3000	1,6	0,51	0,09/0,15	8,4	0,96/0,99	2	170
Г210	3	40	7500	5	0,635	1	20	0,36	—	—
Г216УХЛ4	1	127	1500	0,8	0,53	0,15	5	0,84	5	250
Г303	1	115	8000	16	1,91	0,75	27	0,69	—	—
Г304УХЛ4	3	220	3000	12	3,92	0,26	30	0,405	—	—
Г313УХЛ4	3	220	1500	7	4,51	0,18	21,9	0,465	—	—
Г314УХЛ4	1	220	3000	8	2,55	0,17	23,5	0,91	2,5	250
Г315УХЛ4	1	127	3000	8	2,55	0,3	23,5	0,89	7	150
Г316УХЛ4	1	220	1500	4	2,55	0,16	14,0	0,81	2	300
Г317УХЛ4	1	127	1500	4	2,55	0,3	13,3	0,79	6	300
Г405УХЛ4	1	220	3000	9	2,84	0,25	28,1	0,58	3	260
Г409УХЛ4	1	127	3000	9	2,84	0,4	28,1	0,63	9	150
Г411УХЛ4	3	220	3000	30	9,74	0,5	43	0,36	—	—
Г412УХЛ4	3	220	1500	20	12,75	0,42	35,1	0,35	—	—
Г413УХЛ4	1	220	3000	16	5,1	0,4	26,7	0,68	5	300
Г414УХЛ4	1	127	3000	16	5,1	0,6	26,7	0,78	15	300
Г415УХЛ4	1	220	1500	12	7,65	0,4	30,8	0,56	4	300
Г416УХЛ4	1	127	1500	12	7,65	0,6	30,8	0,65	12	300
Г504УХЛ4	3	220	3000	60	19,6	1,16	50	0,272	—	—
Г506	3	220	3000	75	24,50	1,00	57	0,34	—	—
Г507УХЛ4	3	220	1500	45	29,40	1,10	42,9	0,25	—	—
Г509УХЛ4	1	220	3000	40	12,75	0,70	40	0,65	10	390
Г510УХЛ4	1	127	3000	40	12,75	1,30	40	0,60	30	150
Г511УХЛ4	1	220	1500	30	19,10	0,60	33,3	0,68	9	300
Г512УХЛ4	1	127	1500	30	19,10	1,20	33,3	0,59	27	150

Примечание. C_{Φ} , U_C — емкость и напряжение фазосдвигающего конденсатора

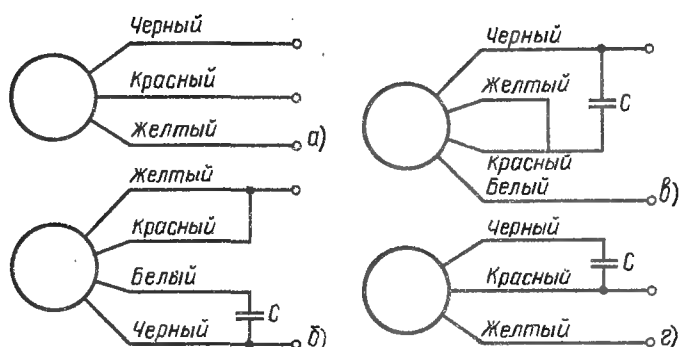
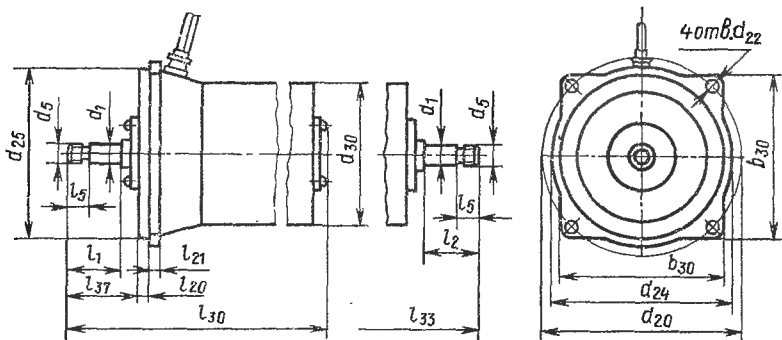


Рис. 13.1. Схемы включения двигателей серии Г:

а — трехфазных; б — однофазных Г210, Г506; в — однофазных Г205УХЛ4, Г216УХЛ4; г — остальных однофазных

Таблица 13.5. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии Г



Тип двигателя	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	d_{30}	l_1	l_2	l_5	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{33}	l_{37}	b_{30}	Мас- са, кг
Г201 – Г216УХЛ4	4	M4 × 0,5	64	3,5	58	55	49	15	–	5		5	79,5	–	22,5	53	0,32
Г303 – Г317УХЛ4	5		85		77	72	65	17	–			3	111,5	–	25,4	70	1
Г405УХЛ4, Г416УХЛ4	6	M5 × 0,5	102	4,5	93	88	79	20	–	6		6	138,5	–	28,0	82	1,9
Г504УХЛ4, Г512УХЛ4	7		120	5,6	110	103	94	23	23			4	7	172,5	194	32,5	97

Условия эксплуатации двигателей серии Г

Вибрационные нагрузки Г201,

Г210, Г303, Г506:

ускорение, м/с^2 50

диапазон частот, Гц 5–300

Ударные нагрузки Г201, Г210,

Г303, Г506, м/с^2 120

Температура окружающей среды, °С:

Г201, Г210, Г303, Г506 $-60 \div +50$

остальных 0–40

Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %:

Г201, Г210, Г303, Г506 98

остальных двигателей 80

Гарантийная наработка, ч:

Г201, Г303 500

остальных двигателей 1000

50 Гц, частота вращения 3000 об/мин. Технические данные двигателей Г-31, Г-33, Г-34 приведены в табл. 13.6.

Схемы включения двигателей Г-31, Г-33, Г-34 показаны на рис. 13.2, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.3.

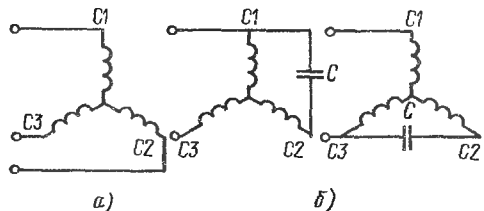


Рис. 13.2. Схемы включения двигателей Г-31, Г-33, Г-34:

а — трехфазного; б — однофазного. Значения емкости фазосдвигающего конденсатора и напряжения на нем приведены ниже:

13.1.4. Двигатели Г-31, Г-33, Г-34

Двигатели Г-31УХЛ4, Г-31АУХЛ4, Г-33УХЛ4, Г-33АУХЛ4, Г-34УХЛ4 и Г-34АУХЛ4 — гистерезисные. Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Частота напряжения питания

Тип двигателя	C , мкФ	U_C , В
Г-31	1,5	300
Г-31А	2	300
Г-34	4,5	180
Г-34А	6	180

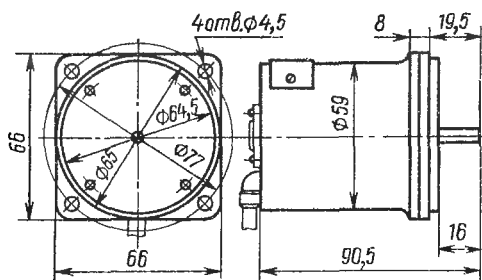


Рис. 13.3. Габаритные и установочные размеры двигателей Г-31, Г-33, Г-34

Условия эксплуатации двигателей Г-31, Г-33, Г-34

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	50—200
ускорение, м/с^2	50
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div 50$
Относительная влажность воздуха при температуре 25°C , %	98
Гарантийная наработка, ч:	
Г-31УХЛ4, Г-33УХЛ4, Г-34УХЛ4	8000
Г-31АУХЛ4, Г-33АУХЛ4, Г-34АУХЛ4	3000

Таблица 13.6. Технические данные двигателей Г-31, Г-33, Г-34

Тип двигателя	Число фаз m	U , В	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	$\cos\varphi$	Масса, кг	
Г-31УХЛ4	1	220	4	127,5	0,145	17	0,78	0,7	
Г-31АУХЛ4					0,175	14		0,8	
Г-33УХЛ4	3		6	190	0,15	24	0,48	0,7	
Г-33АУХЛ4			7	226	0,2	21,2	0,43	0,8	
Г-34УХЛ4	1		127	4	127,5	0,26	16	0,76	0,7
Г-34АУХЛ4						0,35	13,3	0,68	0,8

13.1.5. Двигатель ГТ-211М

Двигатель ГТ-211М — гистерезисный однофазный. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный при вращении или длительная стоянка под током торможения.

Технические данные двигателя ГТ-211М

Напряжение питания, В	115
Частота напряжения питания, Гц	400
Частота вращения, об/мин	12 000
Вращающий момент, Н·см	0,24
Потребляемый переменный ток в режиме вращения, А	0,2
Потребляемый постоянный ток в режиме стоянки под током торможения, А	0,2
Начальный пусковой момент, Н·см	0,24
Максимальный вращающий момент, Н·см	0,24
Время вхождения в синхронизм, с, не более	15

КПД, %	0,155
$\cos\varphi$	0,7
Масса, кг	0,4

Условия эксплуатации двигателей ГТ-211М

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с^2	150
Ударные нагрузки, м/с^2	350
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div 85$
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , %	98
Гарантийная наработка, ч:	
в режиме вращения	500
в режиме стоянки под током торможения	5050

Схема включения двигателя ГТ-211М показана на рис. 13.4, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.5.

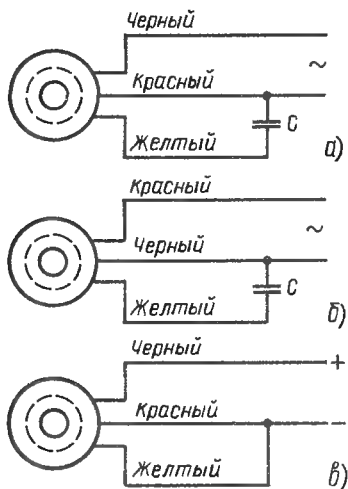


Рис. 13.4. Схемы включения двигателя ГТ-211М:

а — правое вращение ($C = 0,75$ мкФ, 170 В); б — левое вращение ($C = 0,75$ мкФ, 170 В); в — стоянка под током торможения

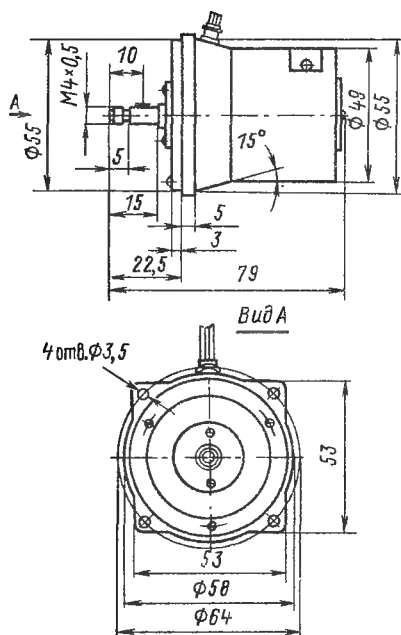


Рис. 13.5. Габаритные и установочные размеры двигателя ГТ-211М

13.1.6. Двигатель ГР-206

Двигатель ГР-206 — гистерезисный трехфазный со встроенным редуктором. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры двигателя ГР-206 приведены на рис. 13.6.

Технические данные двигателя ГР-206

Напряжение питания, В	40
Частота напряжения питания, Гц	1000
Полезная мощность, Вт	5,5
Частота вращения, об/мин	2250
Вращающий момент, Н·см	2,25
Потребляемый ток, А	1,7
Время вхождения в синхронизм, с	6
Масса, кг	0,4

Условия эксплуатации двигателя ГР-206

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	50—2500
ускорение, м/с^2	100
Температура окружающей среды, °С	—50 ÷ 70
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	150

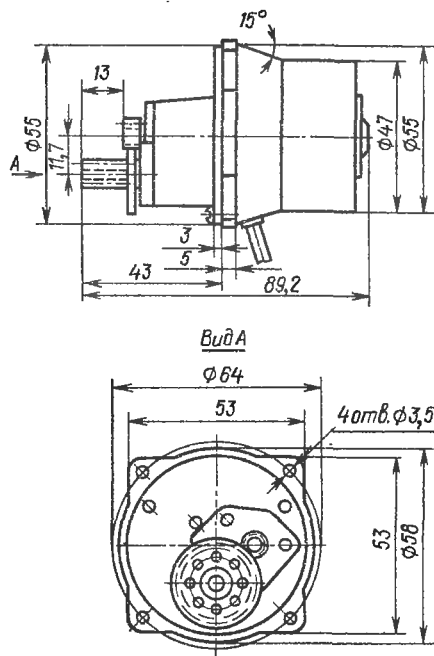


Рис. 13.6. Габаритные и установочные размеры двигателя ГР-206

13.1.7. Двигатель ДМ-3

Двигатель ДМ-3 — гистерезисный двух-фазный трехскоростной реверсивный. Изменение частоты вращения двигателя осуществляется переключением обмоток за счет изменения числа пар полюсов. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя ДМ-3

Напряжение питания, В . . .	220
Частота напряжения питания, Гц	50
Частота вращения, об/мин . . .	3000; 1500; 750
Полезная мощность, Вт . . .	15; 8; 4
Вращающий момент, Н·см . . .	4,85; 5,17; 5,17
Потребляемый ток, А . . .	0,5
Начальный пусковой момент, Н·см	6,0
Потребляемая мощность, Вт	100
Время вхождения в синхронизм, с	0,8
Масса, кг	4,5

Условия эксплуатации двигателя ДМ-3

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	15—55
ускорение, м/с^2	30
Ударные нагрузки, м/с^2	500
Температура окружающей среды, °С	0—50

Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % 98
Гарантийная наработка, ч 1000

Схемы соединения выводов обмоток и включения двигателя ДМ-3 показаны на рис. 13.7, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.8.

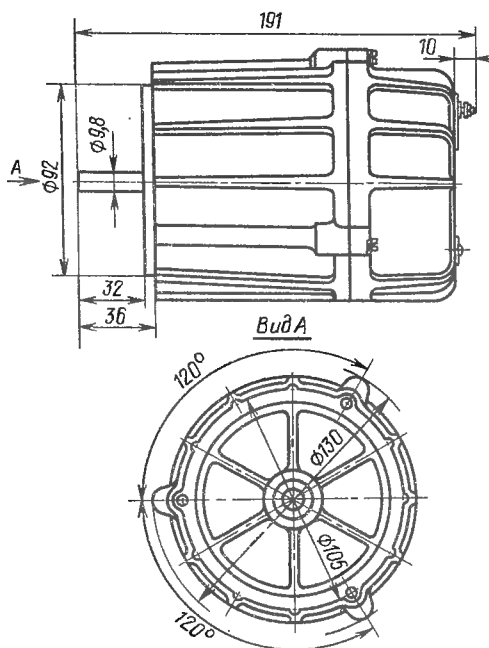


Рис. 13.8. Габаритные и установочные размеры двигателя ДМ-3

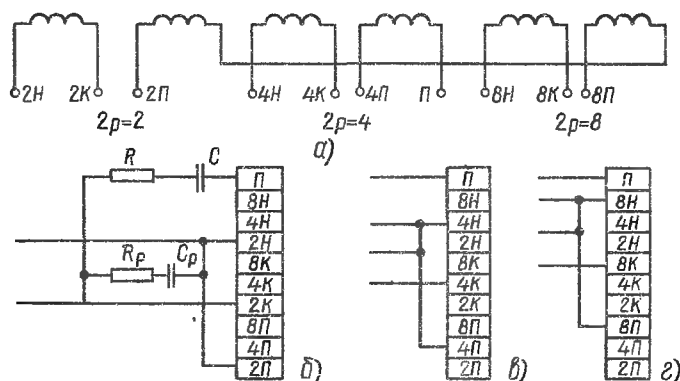


Рис. 13.7. Схемы соединения выводов обмоток (а) и включения двигателей ДМ-3 при $n = 3000$ об/мин (б), 1500 об/мин (в), 750 об/мин (г) ($R = 400$ Ом, 50 Вт; $C = 3,5$ мкФ, 300 В; $R_p = 2$ кОм, 1 Вт; $C_p = 0,5$ мкФ, 500 В, здесь R_p , C_p — рабочие резистор и конденсатор)

13.1.8. Двигатель ГД-402

Двигатель ГД-402 — гистерезисный трехфазный, с конденсаторным включением, предназначенный для работы от однофазной сети. Крепление двигателя — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя ГД-402

Напряжение питания, В	40
Частота напряжения питания, Гц	400
Частота вращения, об/мин	3000
Полезная мощность, Вт	1,2
Пусковой момент, Н·см	0,20
Максимальный вращающий момент, Н·см	0,15
Потребляемый ток, А	0,25
Масса, кг	0,28

Условия эксплуатации двигателя ГД-402

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—1000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	5500

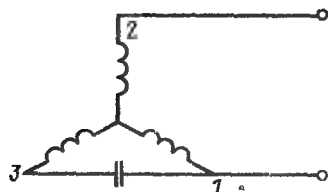


Рис. 13.9. Схема включения двигателя ГД-402 ($C = 2 \div 2,75$ мкФ, 250 В):

1—3 — выводы обмоток

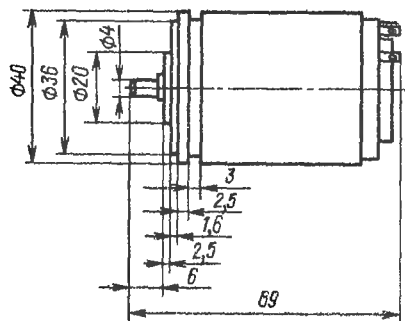


Схема включения двигателя ГД-402 показана на рис. 13.9, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.10.

13.1.9. Двигатель МГ-1,5

Двигатель МГ-1,5 — гистерезисный, предназначенный для питания от однофазной или двухфазной сети. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Схема включения двигателя МГ-1,5 показана на рис. 13.11, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.12.

Технические данные двигателя МГ-1,5

	Одно- фазное пи- тание	Двухфаз- ное пи- тание
Напряжение питания, В	72,5	30
Частота напряжения питания, Гц	1000	1000
Частота вращения, об/мин	15000	15000
Полезная мощность, Вт	1,05	1,5
Вращающий момент, Н·см	0,07	0,1
Потребляемый ток, А:		
обмотка 1—2	0,3	0,26
обмотка 3—4	0,2	0,26
Масса, кг	0,16	0,16

Условия эксплуатации двигателя МГ-1,5

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—200
ускорение, м/с ²	60
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +60
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	625

Рис. 13.10. Габаритные и установочные размеры двигателя ГД-402

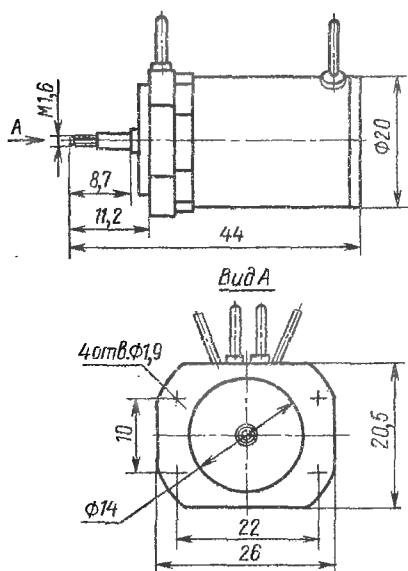


Рис. 13.15. Габаритные и установочные размеры двигателя T16/6M1

Технические данные двигателя T16/6M1

Напряжение питания, В	27
Частота напряжения питания, Гц	400
Частота вращения, об/мин	4000
Полезная мощность, Вт	0,06
Вращающий момент, Н·см	0,015
Потребляемый ток, А	0,16
Время вхождения в синхронизм, с	30
Масса, кг	0,06

Условия эксплуатации двигателя T16/6M1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—3000
ускорение, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	—10 ÷ +50
Гарантийная наработка, ч	1000

13.1.12. Двигатель ДС-1

Двигатель ДС-1 — гистерезисный однофазный со встроенным редуктором. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — повторно-кратковременный (цикл — 20 с работа и 30 с пауза) или продолжительный.

Технические данные двигателя ДС-1

Напряжение питания, В	220
Частота напряжения питания, Гц	50
Частота вращения, об/мин	2
Вращающий момент, Н·см	4
Потребляемый ток, А	0,055
Начальный пусковой момент, Н·см	10
Максимальный вращающий момент, Н·см	10
Время вхождения в синхронизм, с	0,65
Масса, кг	0,6

Условия эксплуатации двигателя ДС-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—300

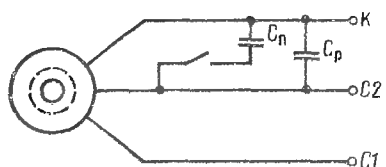


Рис. 13.16. Схема включения двигателя ДС-1 ($C_n = 0,5$ мкФ, 350 В; $C_p = 0,5$ мкФ, 350 В)

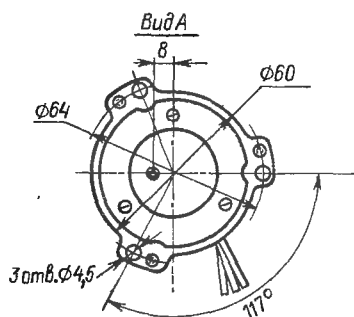
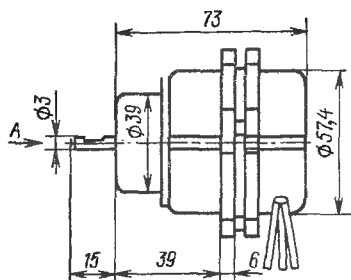


Рис. 13.17. Габаритные и установочные размеры двигателя ДС-1

ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	-40 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка:	
для повторно-кратковременного режима, включений	20000
для продолжительного режима, ч	3000

Схема включения двигателя ДС-1 показана на рис. 13.16, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.17.

13.1.13. Двигатели ДСР-2, ДСР-60

Двигатели ДСР-2, ДСР-60 — гистерезисные трехфазные со встроенным редуктором. Для включения двигателей в однофазную сеть в качестве фазосдвигающего элемента используется конденсатор емкостью 1 мкФ на рабочее напряжение не менее 300 В. Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Основные технические данные двигателей ДСР приведены в табл. 13.7.

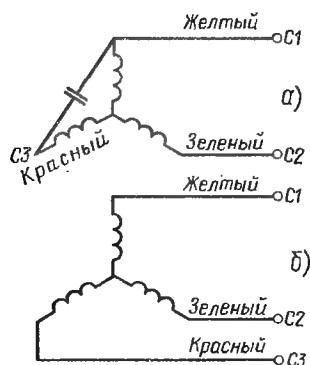


Рис. 13.18. Схема включения двигателей ДСР:
а — в однофазную сеть ($C = 1 \div 0,5$ мкФ, 300 В);
б — в трехфазную сеть

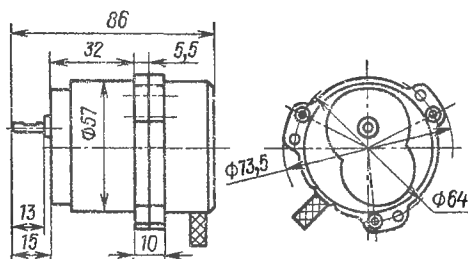


Рис. 13.19. Габаритные и установочные размеры двигателей ДСР

Условия эксплуатации двигателей серии ДСР

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	10000

Схема включения двигателей ДСР показана на рис. 13.18, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.19.

13.1.14. Двигатели СОЛ-1, СОЛ-1А

Двигатели СОЛ-1, СОЛ-1А — реактивные трехфазные, конструктивно выполняемые с одним (СОЛ-1А) или двумя (СОЛ-1) выходными концами вала. Крепление двигателей — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры двигателей СОЛ показаны на рис. 13.20.

Технические данные двигателей СОЛ-1, СОЛ-1А

Напряжение питания, В	220
Частота напряжения питания, Гц	50
Полезная мощность, Вт	55
Частота вращения, об/мин	1500

Таблица 13.7. Технические данные двигателей ДСР-2, ДСР-60

Тип двигателя	Число фаз	U, В	f, Гц	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , Н·см	M _п , Н·см	I _{ном} , А	t _{вх} , с	Масса, кг
ДСР-2	3/1	220	50	2	16/10	25/20	0,08	0,2	0,7
ДСР-60	3/1	220	50	60	1,5/1,0	3/2	0,08	0,2	0,7

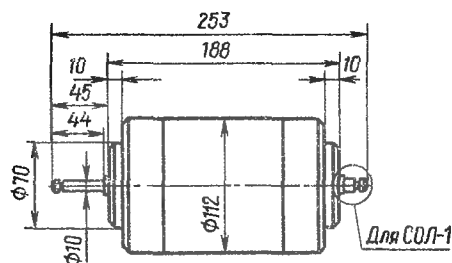


Рис. 13.20. Габаритные и установочные размеры двигателей СОЛ

Потребляемый ток, А	1,2
Вращающий момент, Н·см	35,3
Начальный пусковой момент, Н·см	118
Максимальный вращающий момент, Н·см	69
КПД, %	45
cos φ	0,3
Масса, кг	6,4

Условия эксплуатации двигателей СОЛ-1, СОЛ-1А

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	—50 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч.	2500

13.2. Шаговые двигатели

13.2.1. Особенности шаговых двигателей

Шаговые двигатели (ШД) применяются в качестве исполнительных элементов в системах с дискретным приводом. Частота вращения и суммарный угол поворота вала ШД пропорциональны соответственно частоте и числу поданных импульсов управления. При отсутствии управляющих импульсов ШД находится в режиме фиксированной стойки и сохраняет конечные результаты предыдущих перемещений. Привод с ШД сочетает возможности глубокого регулирования частоты

вращения с возможностью числового задания и надежной фиксации конечных координат.

По конструкции и принципу работы ШД подразделяются на двигатели механического и электромашинного типов.

Преимущественное распространение имеют ШД электромашинного типа с активным и пассивным роторами, в последнее время появились также ШД с гибким ротором (волновые ШД), разрабатываются ШД гибридного типа.

Двигатели с активным ротором (с постоянными магнитами на роторе) обладают относительно большим моментом, высокой скоростью приемистости (до 5000 об/мин). Распространение получили четырехфазные и трехфазные ШД с активным ротором. Эти двигатели могут выполняться с фиксирующим моментом при обесточенных обмотках. Особенностью этих ШД являются относительно большие значения шага (15° и более) и сравнительно невысокая приемистость (до 500 шагов/с).

Двигатели с пассивным ротором (индукторные и реактивные) позволяют получать повышенную приемистость (до 1000 шагов/с и более) и малые значения шага (до 1°). Фиксация пассивного ротора при обесточенных обмотках требует отдельного фиксирующего устройства и, как правило, не применяется.

Волновые ШД (с гибким ротором) представляют собой конструктивное единство синхронного реактивного двигателя и волновой зубчатой передачи, причем гибкий элемент передачи одновременно является ротором ШД.

Функциональными особенностями волновых ШД являются возможность получения малых шагов (менее 1°); повышенная приемистость (до 2000 шагов/с и более); значительные моменты на валу; возможность работы на большие инерционные нагрузки, малые объем и масса на единицу момента.

Для питания ШД применяются специальные блоки управления, которые обеспечивают преобразование унитарной последовательности импульсов в m -фазную систему напряжений, питающих обмотки ШД через усилители мощности. Параметры блока управления определяются числом обмоток, потребляемым током и порядком коммутации обмоток ШД. Технический уровень блока управления определяется в основном примененной в них элементной базой.

Условные обозначения основных показателей ШД приведены ниже:

Показатель	Условное обозначение
Напряжение питания, В	U
Номинальный вращающий момент, Н·м	$M_{\text{ном}}$
Максимальный статический синхронизирующий момент, Н·м	$M_{\text{ст, max}}$
Статический фиксирующий момент, Н·м	$M_{\text{ф}}$
Шаг, угл. град	α
Статическая погрешность отработки шага, %	$\delta\alpha$
Номинальная приемистость, шаг/с	$f_{\text{п, ном}}$
Максимальная приемистость, шаг/с	$f_{\text{п, max}}$
Номинальная частота следования импульсов, шаг/с	$f_{\text{с, ном}}$
Максимальная частота следования импульсов, шаг/с	$f_{\text{с, max}}$
Потребляемый ток, А	$I_{\text{ном}}$

Напряжение питания ШД задается на входе блока управления. Номинальный момент ШД составляет обычно $(0,4 \div 0,5) M_{\text{ст, max}}$.

Номинальный момент инерции нагрузки выбирается обычно в пределах $J_{\text{н}} = (1 \div 2) J_{\text{р}}$. Такое соотношение моментов инерции нагрузки и ротора позволяет наиболее полно использовать динамические качества ШД и обеспечить устойчивость его работы.

Под приемистостью ШД $f_{\text{п}}$ понимается наибольшая частота следования управляющих импульсов, при которой возможен пуск ШД из состояния фиксированной стоянки под током без потери шага. Приемистость ШД характеризует его быстродействие. В ряде случаев применения ШД имеет значение частота торможения ($f_{\text{т}}$ — наибольшая частота управляющих импульсов, при которой возможен останов двигателя без потери или приобретения шага). При торможении ШД с режима установившегося вращения $f_{\text{т}}$ всегда выше значения $f_{\text{п}}$, соответствующего этому режиму, и поэтому отдельно не указывается.

Предельная частота торможения $f_{\text{т}}$ снижается при управлении ШД короткими сериями импульсов, когда переходный процесс пуска к моменту начала торможения не затухает.

У реверсивного ШД частоты реверса с установившегося и переходного режимов работы ШД ($f_{\text{р, у}}$, $f_{\text{р, п}}$), т. е. частоты следования управляющих импульсов, при кото-

рых возможен реверс ШД без потери или приобретения шага, меньше, чем соответствующие значения приемистости. Обычно предельная частота реверса составляет $f_{\text{р, у}} = (0,4 \div 0,8) f_{\text{п}}$, $f_{\text{р, п}} = (0,2 \div 0,4) f_{\text{п}}$.

Под шагом ШД понимается угол поворота вала (ротора) ШД при воздействии одного сигнала управления. Шаг ШД определяется его конструкцией и зависит от числа тактов коммутации и числа пар полюсов ШД.

Разрешающая способность ШД по углу определяется статической и динамической погрешностями, которые характеризуют точность отработки шага. Статическая погрешность положения ротора ШД $\Delta\theta_{\text{с}}$ определяется углом рассогласования между осью МДС статора и магнитной осью ротора, измеренным после окончания электромеханического переходного процесса. В режиме холостого хода она равна погрешности отработки шага. Статическая погрешность является ненакапливающейся, она локализуется в пределах каждого шага. Точность отработки единичных шагов без нагрузки на валу ШД определяется статической погрешностью, а при наличии нагрузки равна алгебраической сумме статической погрешности и угла рассогласования между магнитными осями статора и ротора, обусловленного нагрузочным моментом.

Под динамической погрешностью $\Delta\theta_{\text{д}}$ понимается угол рассогласования магнитных осей статора и ротора в процессе пуска из состояния покоя или при изменении частоты следования управляющих импульсов, а также при изменении момента нагрузки в переходном или установившемся режиме работы ШД. Процесс изменения $\Delta\theta_{\text{д}}$ может носить колебательный характер. При резонансных частотах управления она может увеличиться и привести к выпадению двигателя из синхронизма. В установившихся режимах работы $\Delta\theta_{\text{д}}$ может оставаться постоянной и дости-

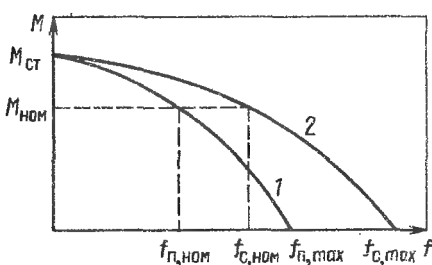


Рис. 13.21. Предельные динамическая и механическая характеристики ШД

гать 3—5 шагов, не приводя к выпадению ШД из синхронизма.

Потребляемая мощность ШД P_1 определяется как мощность потерь в меди одной обмотки при установившемся значении тока в режиме фиксированной стоянки ШД.

Основными характеристиками ШД являются предельная динамическая и предельная механическая характеристики (рис. 13.21), которые выражают взаимосвязь между приемистостью и вращающим моментом ШД. По предельной динамической характеристике (кривая 1) определяется наибольшая частота следования управляющих импульсов, которую двигатель способен синхронно обрабатывать из состояния фиксированной стоянки под током без потерь информации. Вся область, ограниченная кривой 1 и осями координат, соответствует множеству возможных сочетаний статического и инерционного моментов нагрузки и приемистости ШД.

Кривая 2 ограничивает область значений момента и частоты управляющих импульсов, в которой ШД сохраняет способность синхронной обработки шагов при условии плавного изменения частоты управления выше значений, ограниченных кривой 1.

С целью увеличения приемистости ШД применяются методы форсирования нарастания тока в обмотках ШД.

Наиболее экономичной и эффективной является форсировка без добавочных сопротивлений за счет кратковременной подачи в начале управляющего импульса повышенного напряжения или подачи повышенного напряжения со стабилизацией тока в обмотке, что обеспечивается электронными схемами форсировки.

13.2.2. Двигатели серий ДШ, ДШ-А, ДШ-В

Двигатели серий ДШ, ДШ-А, ДШ-В — четырехфазные с возбуждением от постоянных магнитов на роторе. Режим работы —

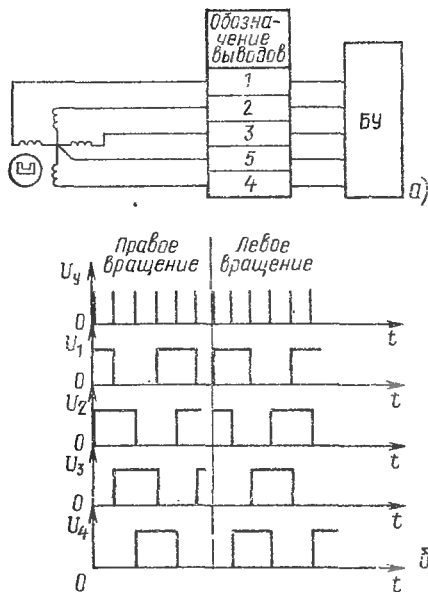


Рис. 13.22. Схема включения (а) и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ДШ, ДШ-А, ДШ-В (б); БУ — блок управления

продолжительный. Крепление двигателей — фланцевое.

Напряжение питания двигателей ДШ 13,5 В, ДШ-А, ДШ-В — 27 В. Шаг $22^\circ 30'$.

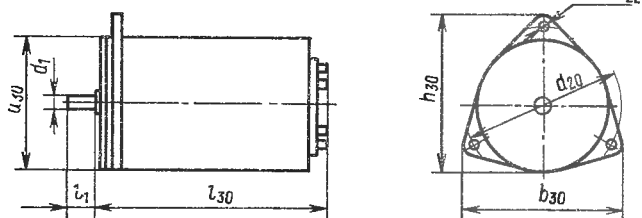
Основные технические данные двигателей серий ДШ, ДШ-А, ДШ-В приведены в табл. 13.8, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 13.9.

Схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей серий ДШ, ДШ-А, ДШ-В показаны на рис. 13.22, предельные динамические характеристики — на рис. 13.23.

Таблица 13.8. Технические данные двигателей серий ДШ, ДШ-А, ДШ-В

Тип двигателя	$M_{ном}$ Н·м	$I_{ном}$ А	$f_{п,ном}$ шаг/с	$f_{п,мах}$ шаг/с	$10^{-7} J_{п}$ кг·м ²	$M_{ст,мах}$ Н·м
ДШ-0,025 (А)	0,0025	1,4 (0,8)	280	330	2,45	0,02
ДШ-0,04 (А)	0,004	1,9 (0,9)	280	330	3,43	0,03
ДШ-0,04В	0,004	0,85	280	330	3,43	0,027
ДШ-0,1 (А)	0,01	2,7 (1,5)	180	230	18,6	0,08
ДШ-0,1В	0,01	1,45	180	230	18,6	0,075
ДШ-0,25 (А)	0,025	3,5 (2)	130	160	56,4	0,13
ДШ-0,4 (А)	0,04	6,3 (3,2)	110	140	123	0,21
ДШ-1 (А)	0,1	12,7 (7)	70	90	412	0,6

Таблица 13.9. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серий ДШ, ДШ-А, ДШ-В



Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_{20}	d_{22}	l_{30}	l_1	b_{30}	h_{30}	Масса, кг
ДШ-0,025 ДШ-0,025А	40	3,8	48	3,1	73	9	50	48	0,25
ДШ-0,04 ДШ-0,04А ДШ-0,04В					83				0,3
ДШ-0,1 ДШ-0,1А ДШ-0,1В					97	10	63	61	0,55
ДШ-0,25 ДШ-0,25А	60	4,8	72	5,5	115		73	72	1,1
ДШ-0,4 ДШ-0,4А	80		92	7	127	20	92	93	1,8
ДШ-1 ДШ-1А	100		115	8,5	159		117	116	3,3

Условия эксплуатации
двигателей серий ДШ, ДШ-А, ДШ-В

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц . . . 1—1000
ускорение, м/с^2 100
Ударные нагрузки, м/с^2 . . . 400
Температура окружающей среды, °С

ДШ и ДШ-А $-60 \div +100$
ДШ-В $-60 \div +70$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C,
% 98

Гарантийная наработка, ч:
ДШ и ДШ-А 1000
ДШ-В 5000

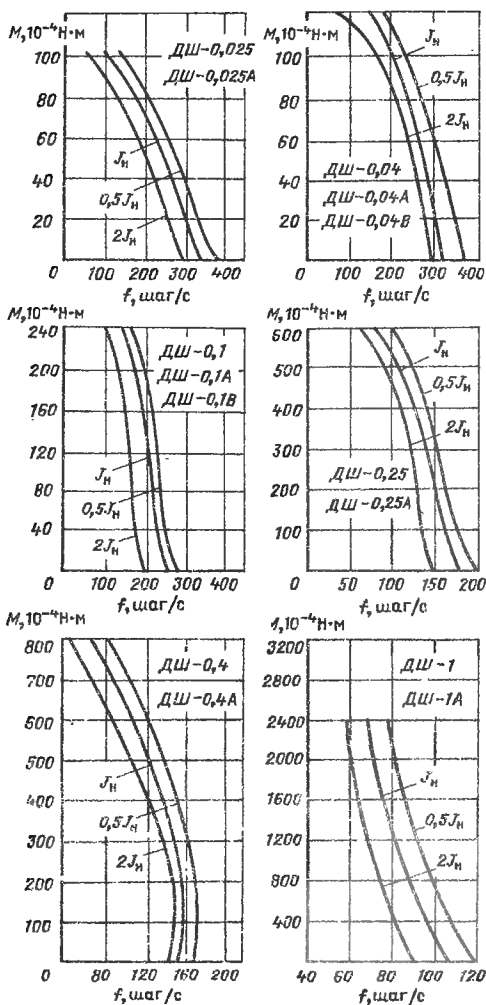


Рис. 13.23. Предельные динамические характеристики двигателей ДШ, ДШ-А, ДШ-В

13.2.3. Двигатели ДИР-1А, ДИР-1Б

Шаговые двигатели ДИР-1А и ДИР-1Б — четырехфазные с возбуждением от постоянных магнитов на роторе. Двигатели имеют встроенный редуктор. Режим работы — про-

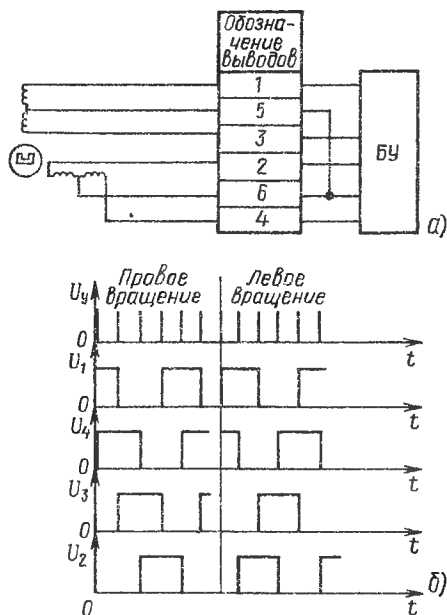


Рис. 13.24. Схема включения (а) и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ДИР-1А, ДИР-1Б (б)

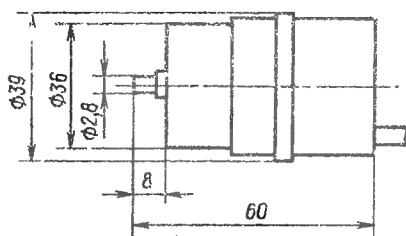


Рис. 13.25. Габаритные и установочные размеры двигателей ДИР-1А, ДИР-1Б

должительный. Крепление двигателей — за корпус.

Основные технические данные двигателей ДИР-1А, ДИР-1Б приведены в табл. 13.10.

Схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигате-

Таблица 13.10. Технические данные двигателей ДИР-1А, ДИР-1Б

Тип двигателя	U, В	M _{ном} , Н·м	α, град	I _{ном} , А	f _{п, ном} , шаг/с	f _{п max} , шаг/с	J _H , 10 ⁻⁷ кг·м ²	Масса, кг
ДИР-1А	27	0,004	36	0,27	50	60	3,4	0,16
ДИР-1Б	27	0,04	3,6	0,27	80	90	3,4	0,16

лей ДИР-1А, ДИР-1Б показаны на рис. 13.24, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.25.

Условия эксплуатации двигателей ДИР-1А, ДИР-1Б

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 1—300

ускорение, м/с^2 100

Ударные нагрузки, м/с^2 350

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +100$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 98

Гарантийная наработка, ч. 400

13.2.4. Двигатели серии ШДА

Двигатели серии ШДА — четырехфазные с возбуждением от постоянных магнитов на роторе. Двигатели с индексом Ф имеют фиксирующий момент при обесточенных обмотках. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателей — фланцевое.

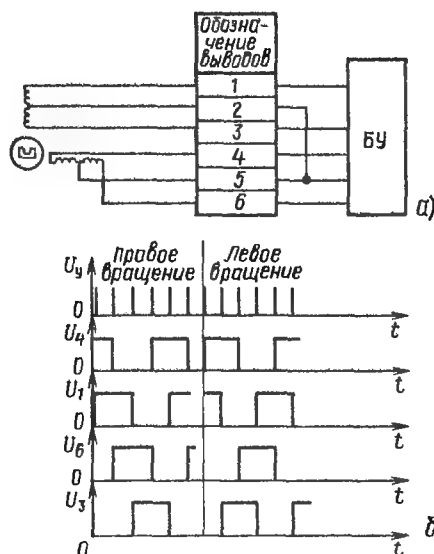


Рис. 13.26. Схема включения (а) и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ШДА (б)

Таблица 13.11. Технические данные двигателей ШДА

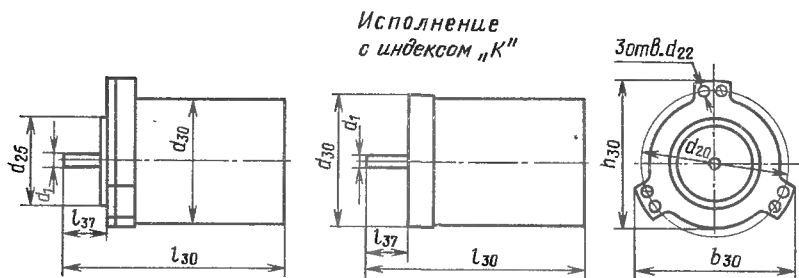
Тип двигателя	U, В	M _{ном} , Н·м	I _{ном} , А	f _{п,ном} , шаг/с	J _н , 10 ⁻⁶ кг·м ²	M _ф , Н·м	t _г , ч	Вибрационные нагрузки		Ударные нагрузки, м/с^2	Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность воздуха при температуре 20 $^{\circ}\text{C}$
								диапазон частот, Гц	ускорение, м/с^2			
ШДА-1	28	0,004	0,35	50	3	—	1000	50—2000	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-1А	14	0,004	0,65	50	3	—	1000	50—2000	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-1ФК	28	0,003	0,4	50	1	0,002	1000	50—2000	100	700	$-50 \div 65$	95
ШДА-2А	14	0,011	1	50	3	—	200	10—2000	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-2АМ	14	0,01	1,1	50	3	—	3200	5—2000	300	350	$-60 \div 70$	98*
ШДА-2ФК	27	0,006	0,5	125	1	0,004	150	10—2000	300	700	$-10 \div 60$	95
ШДА-3	29	0,023	1,1	100	2	—	200	10—2000	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-3А	14	0,028	1,6	32	30	—	250	50—1500	100	—	0—20	95
ШДА-3Ф	29	0,012	1,1	100	2	0,008	300	10—2000	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-3ФМ	27	0,02	1,3	100	1	0,012	75	10—2000	100	—	$-15 \div 50$	95
ШДА-4А	14	0,06	2,8	50	3,5	—	1000	50—2000	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-5А	14	0,1	3,9	50	6,5	—	1000	50—2000	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-5Ф	27	0,09	2,5	20	6,5	0,01	800	—	—	—	5—50	98**
ШДА-6	28	0,16	3	50	5	—	100	50—600	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-6А	14	0,16	5,8	50	10	—	700	50—2000	100	—	$-50 \div 50$	95
ШДА-7А	27	0,25	7	70	15	—	1000	5—2000	400	350	$-60 \div 70$	98*

* При температуре 40°C .

** При температуре 25°C .

Примечание. t_g — гарантийная наработка.

Таблица 13.12. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ШДА



Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_{25}	d_{20}	d_{22}	l_{30}	l_{37}	b_{30}	h_{30}	Масса, кг
ШДА-1, ШДА-1А	32	3	28	38	3,5	62	14	44	40	0,13
ШДА-1ФК	35	3	—	—	—	63	16	—	—	0,14
ШДА-2А, ШДА-2АМ	38	3	28	44	3,5	80	14	49	44	0,21
ШДА-2ФК	41	2,8	—	—	—	73	16	—	—	0,23
ШДА-3, ШДА-3А; ШДА-3Ф, ШДА-3ФМ	48	4	28	56	4,5	79	17	62	66	0,35
ШДА-4А	53	4	28	63	4,5	85	14	69	63	0,55
ШДА-5А, ШДА-5Ф	61	4	28	71	4,5	93	17	79	72	0,8
ШДА-6, ШДА-6А	70	4	28	79	5,5	97	17	83	79	1,1
ШДА-7А	81	4,5	28	92	5,5	107	17	95	91	1,5

Основные технические данные двигателей серии ШДА приведены в табл. 13.11, габаритные и установочные размеры и масса двигателей — в табл. 13.12, схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ШДА — на рис. 13.26.

13.2.5. Двигатели серии ШДМ

Двигатели серии ШДМ — четырехфазные с возбуждением от постоянных магнитов на роторе. Двигатели имеют фиксирующий момент при обесточенных обмотках. Режим

работы двигателей ШДМ-2Ф и ШДМ-7ФА — продолжительный, ШДМ-7Ф — продолжительный и кратковременный (5 мин работы с последующим перерывом не менее 1 ч).

Условия эксплуатации двигателей ШДМ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—3000

ускорение, м/с^2 150

Ударные нагрузки, м/с^2 350

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +70$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , %

Гарантийная наработка, ч 3000

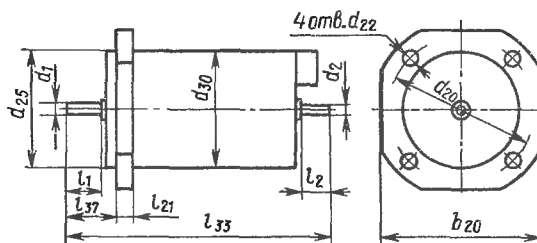
Таблица 13.13. Технические данные двигателей ШДМ

Тип двигателя	$M_{\text{ном}}$ Н·м	$I_{\text{ном}}$ А	$f_{\text{п, ном}}$ шаг/с	$f_{\text{п max}}$ шаг/с	$J_{\text{н}}, 10^{-7}$ кг·м ²	$M_{\text{ст max}}$ Н·м	$M_{\text{ф}}$ Н·м
ШДМ-2Ф	0,007	0,5	100	220	3	0,032	0,003
ШДМ-7Ф	0,12* 0,16**	2,65	40	70	100	0,5	0,04
ШДМ-7ФА	0,06	2,65	70	115	100	0,4	0,03

* В продолжительном режиме.

** В кратковременном режиме.

Таблица 13.14. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ШДМ



Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_2	d_{25}	d_{20}	d_{22}	l_1	l_2	l_{33}	l_{37}	l_{21}	b_{20}	Масса, кг
ШДМ-2Ф	40	3,8	2,8	40	55	4,5	12	10	86	15	5,2	52	0,32
ШДМ-7Ф (А)	70	7	7	70	85	7	16	16	152	19,5	4	78,5	1,9

Крепление двигателей — фланцевое. Напряжение питания 27 В, шаг 22,5°.

Основные технические данные двигателей ШДМ приведены в табл. 13.13, схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ШДМ — на рис. 13.27, предельные динамические характеристики — на рис. 13.28, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 13.14.

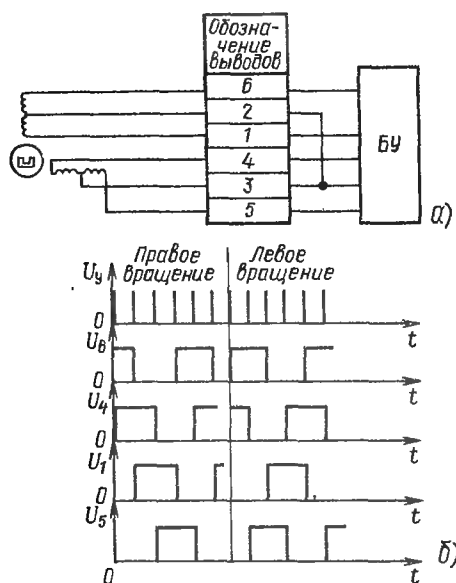


Рис. 13.27. Схема включения (а) и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ШДМ (б)

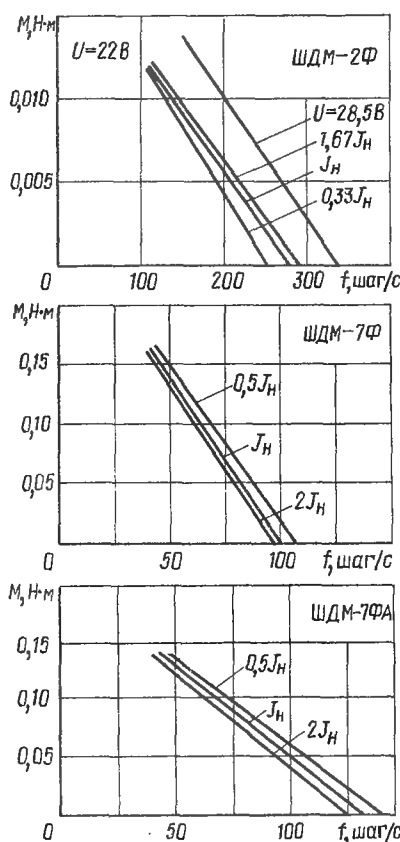
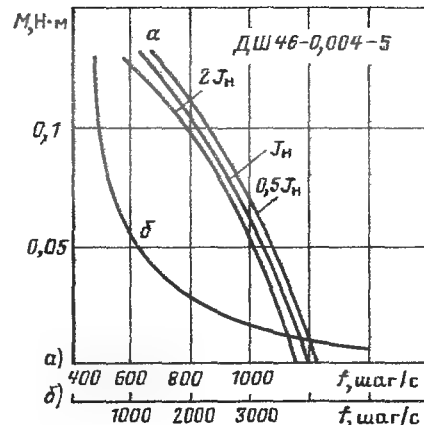
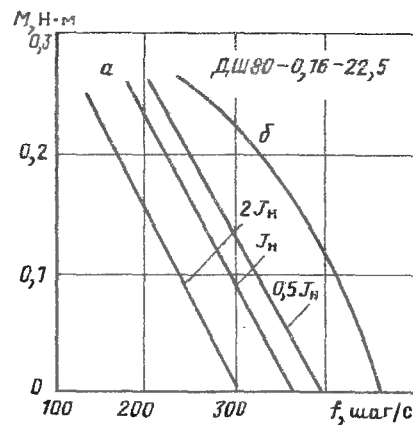
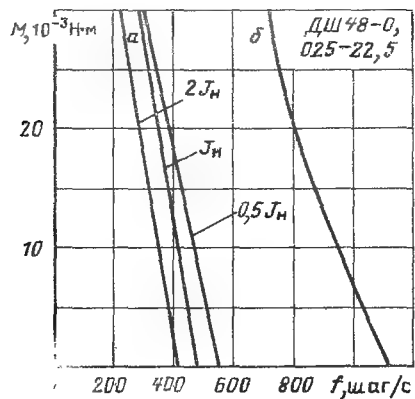
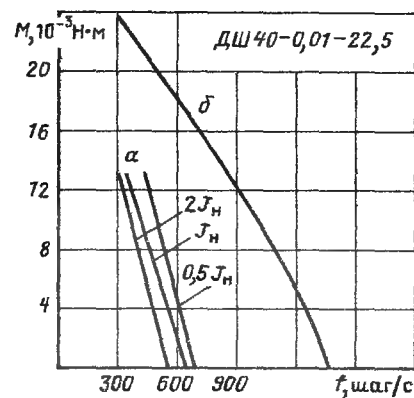
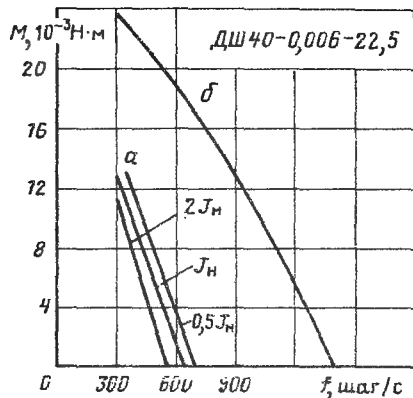
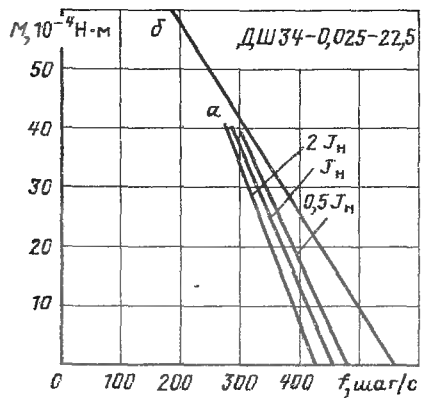


Рис. 13.28. Предельные динамические характеристики двигателей ШДМ

Таблица 13.15. Технические данные двигателей серии ДШ



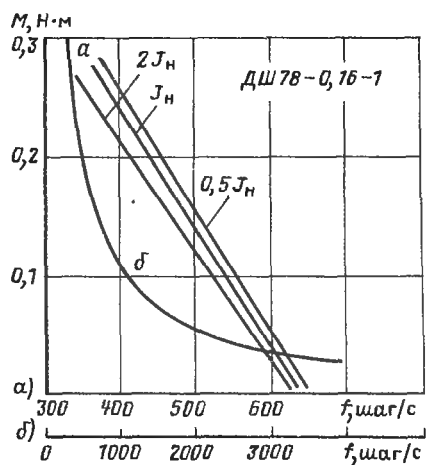
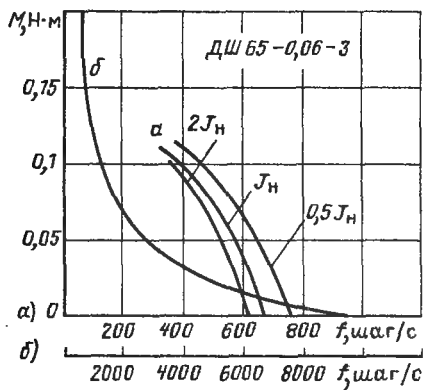
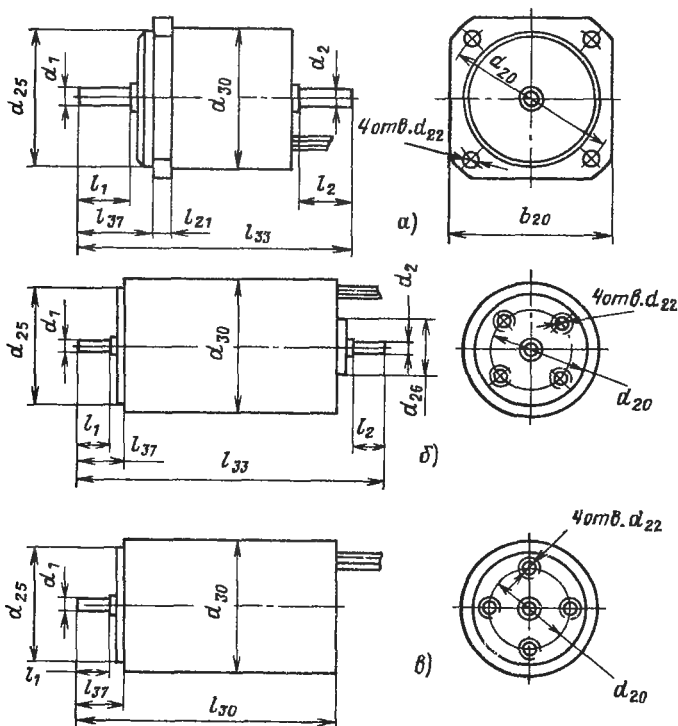


Рис. 13.30. Предельные динамические (а) и механические характеристики двигателей ДШ (б)

Таблица 13.16. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДШ



Продолжение табл. 13.16

Тип двигателя	Рис.	d_{30}	d_1	d_2	d_{25}	d_{26}	d_{20}	d_{22}	l_{33}	l_1	l_2	l_{37}	l_{21}	b_{20}	Масса, кг																											
ДШ34-0,0025-22,5	<i>a</i>	34	40	—	32	—	40	3,4	69	12	—	16	2,5	37	0,21																											
ДШ40-0,006-22,5	<i>в</i>	48		2,8		16	25	M4	82		14,5	—	—	0,34																												
ДШ40-0,006-22,5-1M9182	<i>б</i>				40										2,8	16	50	4,5	97	16	3	45	0,38																			
ДШ40-0,01-22,5	<i>a</i>																							40	—	40	—	82	16,5	—	—	0,6										
2ДШ40-0,01-22,5	<i>в</i>				48										3,8	16	32	M5	88	12	35	4	86										2,3									
ДШ48-0,025-22,5	<i>б</i>	80		8		6	80	—	100		7	157	20	16										25	4	86	2,5															
ДШ48-0,025-22,5-1M9182	<i>a</i>		46		2,8					2,8					50	60	4,5	80	10	10	14,5	2,5	52					0,36														
ДШ80-0,16-22,5	<i>б</i>																												65	8	8	60	—	75	5,8	140	20	20	24,5	3	67	1,2
ДШ46-0,004-5	<i>a</i>																																									
ДШ65-0,06-3	<i>б</i>	80		10		80	100	7	170		30	23	35	4										86	2,3																	
ДШ78-0,16-1	<i>a</i>		80		10					80					100	7	170	30	23	35	4	86	2,3																			

13.2.7. Двигатель ДШ40-0,01-22,5

Двигатель ДШ40-0,01-22,5 — четырехфазный с возбуждением от постоянных магнитов на роторе. Двигатель имеет фиксирующий момент при обесточенных обмотках. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателя ДШ40-0,01-22,5 такие же, как у двигателей ДШ, ДШ-А, ДШ-В (см. рис. 13.22), габаритные и установочные размеры показаны на рис. 13.31, *a*, предельные динамические характеристики — на рис. 13.32, *a*.

Технические данные двигателя ДШ40-0,01-22,5

Напряжение питания, В	27
Вращающий момент, Н·м	0,01
Шаг, град.	22,5
Потребляемый ток при фиксированной стоянке, А	1,5
Приемистость, шаг /с:	
номинальная	250
максимальная	290
Момент инерции нагрузки, 10^{-7} кг·м ²	4,9
Максимальный статический синхронизирующий момент, Н·м	0,04

Статический фиксирующий момент,

Н·м 0,003

Масса, кг 0,35

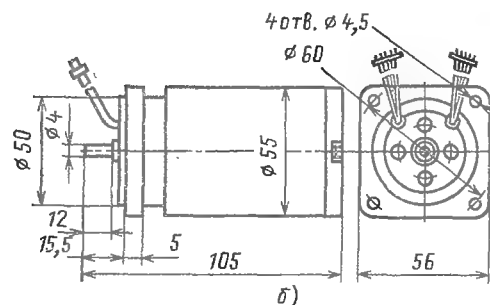
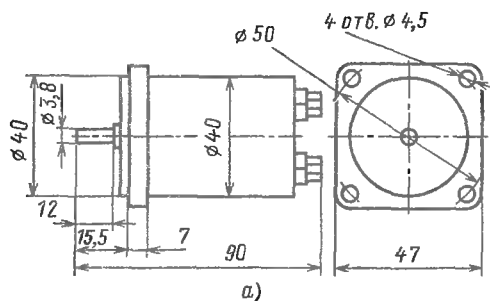


Рис. 13.31. Габаритные и установочные размеры двигателей ДШ40-0,01-22,5 (*a*) и ДШ55-0,016-22,5 (*б*)

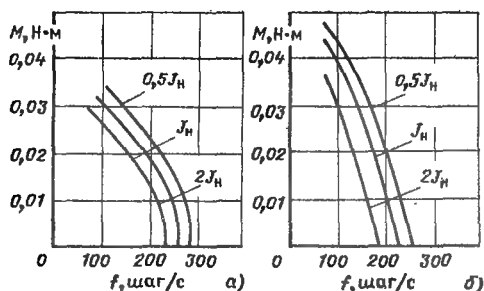


Рис. 13.32. Пределные динамические характеристики двигателей ДШ40-0,01-22,5 (а) и ДШ55-0,016-22,5 (б)

Условия эксплуатации двигателя ДШ40-0,01-22,5

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц . . . 1—3000
ускорение, м/с^2 200
Ударные нагрузки, м/с^2 400
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +85$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 98
Гарантийная наработка, ч. 5000

13.2.8. Двигатель ДШ55-0,016-22,5

Двигатель ДШ-0,016-22,5 — четырехфазный с возбуждением от постоянных магнитов на роторе. Двигатель имеет фиксирующий момент при обесточенных обмотках. Режим работы — продолжительный или повторно-кратковременный с ПВ = 50%, 60 включений в 1 ч. Крепление двигателя — фланцевое.

Схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателя ДШ55-0,016-22,5 такие же, как у двигателей ДШ, ДШ-А, ДШ-В (см. рис. 13.32), габаритные и установочные размеры показаны на рис. 13.31, б, предельные динамические характеристики — на рис. 13.32, б.

Технические данные двигателя ДШ55-0,016-22,5

Напряжение питания, В 27
Вращающий момент, Н·м 0,016
Шаг, град 22,5
Потребляемый ток при фиксированной стоянке, А 2,4
Приемистость, шаг/с:
номинальная 180
максимальная 225

Момент инерции нагрузки, 10^{-6} $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ 1,9
Максимальный статический синхронизирующий момент, Н·м 0,12
Статический фиксирующий момент, Н·м 0,0035
Масса, кг 0,8

Условия эксплуатации двигателя ДШ55-0,016-22,5

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц 1—3000
ускорение, м/с^2 150
Ударные нагрузки, м/с^2 400
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-40 \div +100$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 98
Гарантийная наработка, ч 10000

13.2.9. Двигатель ШД-1ЕМ

Двигатель ШД-1ЕМ — четырехфазный с возбуждением от постоянных магнитов на роторе. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Схема включения двигателей ШД-1ЕМ приведена на рис. 13.33, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.34, а, предельные динамические характеристики — на рис. 13.35, а.

Порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателя ШД-1ЕМ такой же, как и двигателя ДШИ-1М (см. рис. 13.38).

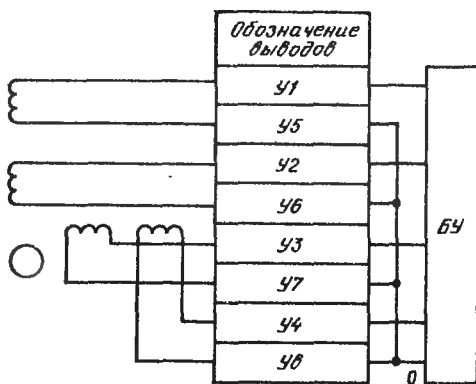


Рис. 13.33. Схема включения двигателя ШД-1ЕМ

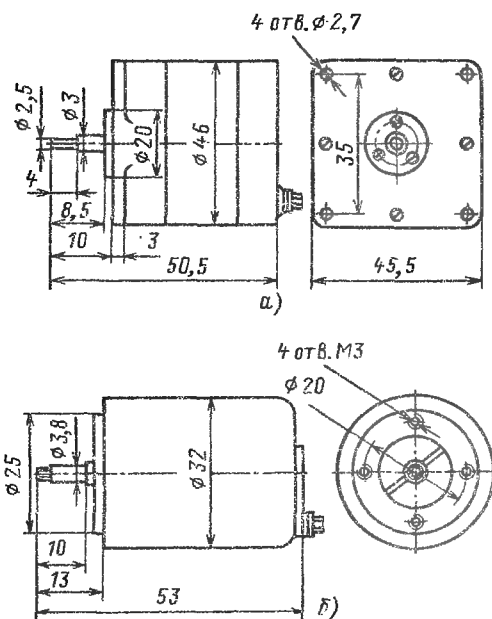


Рис. 13.34. Габаритные и установочные размеры двигателей ШД-1ЕМ (а) и ШД-10/100М (б)

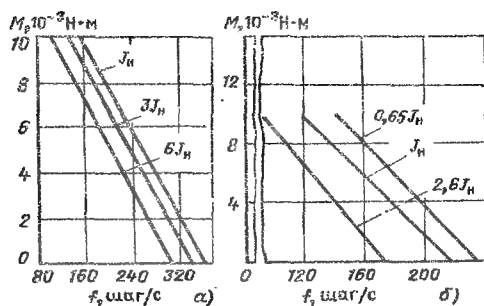


Рис. 13.35. Предельные динамические характеристики двигателей ШД-1ЕМ (а) и ШД-10/100М (б)

Технические данные двигателя ШД-1ЕМ

Напряжение питания, В	14
Вращающий момент, Н·м	0,0015
Шаг, град.	15
Потребляемый ток при фиксированной стоянке, А	0,28
Приемистость, шаг/с:	
номинальная	250
максимальная	320

Момент инерции нагрузки, 10^{-8} кг·м ²	5
Максимальный статический синхронизирующий момент, Н·м	0,016
Масса, кг	0,25

Условия эксплуатации двигателя ШД-1ЕМ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	1—3000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	−40 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	1000

13.2.10. Двигатель ШД-10/100М

Двигатель ШД-10/100М — четырехфазный с возбуждением от постоянных магнитов на роторе. Двигатель имеет фикси-

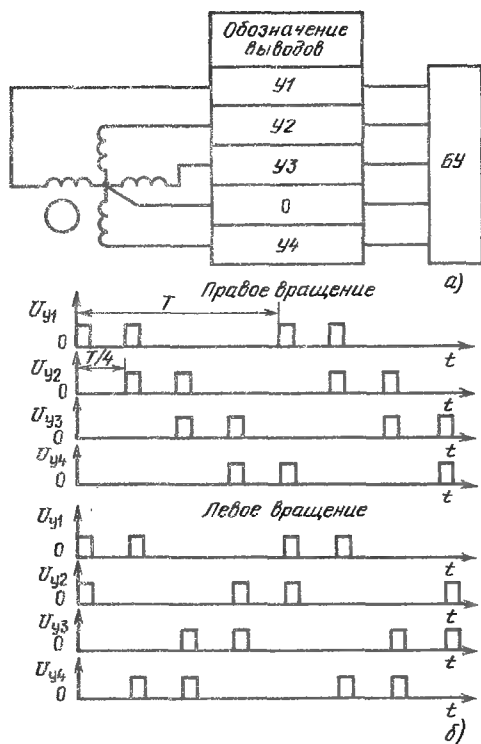


Рис. 13.36. Схема включения (а) и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателя ШД-10/100М (б)

рующий момент при обесточенных обмотках. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — торцевое.

Технические данные двигателя ШД-10/100М

Напряжение питания, В	27
Вращающий момент, Н·м	0,006
Шаг, град	15
Потребляемый ток при фиксированной стоянке, А	0,34
Приемистость, шаг/с:	
номинальная	50
максимальная	120
Момент инерции нагрузки, 10^{-7} кг·м ²	7
Максимальный статический синхронизирующий момент, Н·м	0,02
Статический фиксирующий момент, Н·м	0,004
Наименьший момент нагрузки на валу, при котором двигатель работает без пропуска шага, Н·м	0,0025
Масса, кг	0,14

Примечание. Приведенные значения номинальной и максимальной приемистости и предельные динамические характеристики соответствуют режиму питания двигателя импульсами постоянной скважности, равной 2.

Условия эксплуатации двигателя ШД-10/100М

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—3000
ускорение, м/с ²	200
Ударные нагрузки, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	−50 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	4000

Схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ШД-10/100М приведены на рис. 13.36, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.34, б, предельные динамические характеристики — на рис. 13.35, б.

13.2.11. Двигатели серии ШДР

Двигатели серии ШДР — четырехфазные индукторного типа с зубчатым пассивным ротором и резистивной форсировкой. Ре-

жим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Основные технические данные двигателей серии ШДР приведены в табл. 13.17, схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей серии ШДР — на рис. 13.37, габаритные и установочные размеры и масса двигателей — в табл. 13.18.

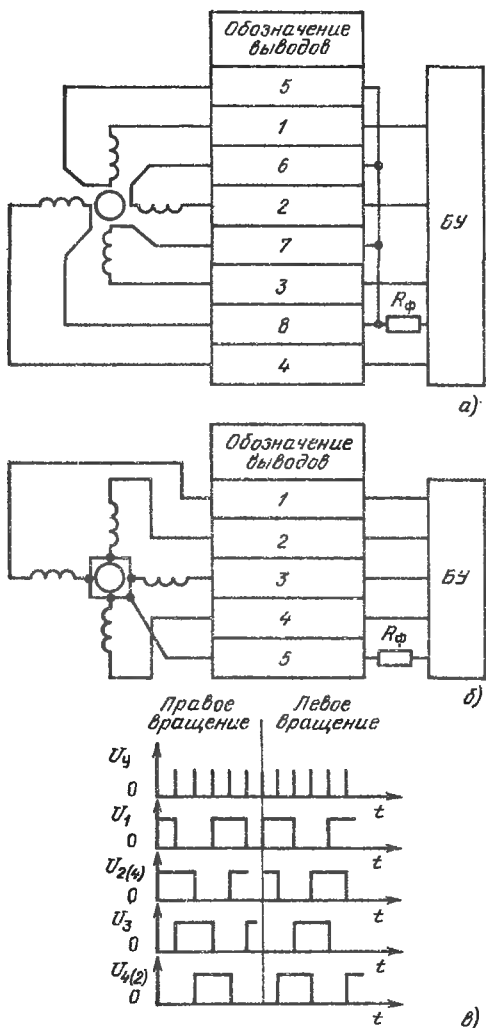


Рис. 13.37. Схемы включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателя ШДР:

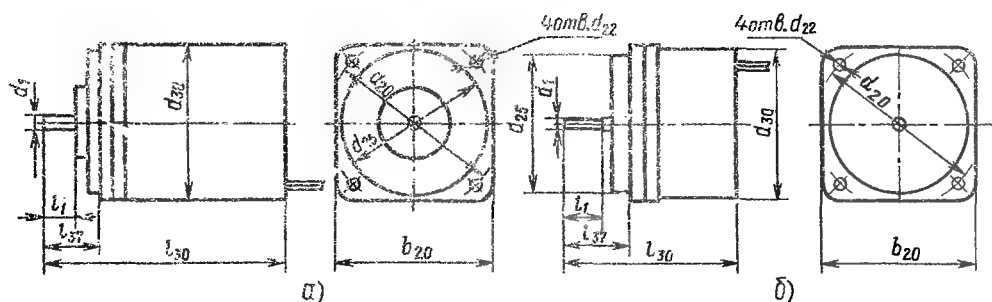
а — схема включения ШДР-711В; б — то же ШДР-231, ШДР-521, ШДР-711, ШДР-721, ШДР-5; в — порядок чередования импульсов напряжения (указанное в скобках — для ШДР-711, ШДР-5)

Таблица 13.17. Технические данные двигателей серии ШДР

Тип двигателя	U, В	M _{ном} , Н·м	α , град	I _{ном} , А	f _{ном} , шаг/с	J _н , 10 ⁻⁷ кг·м ²	R _ф , Ом	t _г , ч	Вибрационные нагрузки		Ударные нагрузки, м/с ²	Температура окружающей среды, °С	Относительная влажность воздуха, %
									диапазон частот, Гц	ускорение, м/с ²			
ШДР-231	27	0,001	9	0,85	700	0,1	23	1000	5—300	50	—	—60÷60	98 при T = 40 °С
ШДР-521	28	0,008	9	2,5	500	5	5,5	1000	50—1000	100	—	—50÷50	98 при T = 20 °С
ШДР-711	10	0,03	3	2,9	400	30	2,3	1500	—	—	—	—50÷50	80 при T = 35 °С
ШДР-711В	27	0,03	3	2,9	400	30	9,3	1000	5—3000	150	750	—60÷70	98 при T = 35 °С
ШДР-721	27	0,01	3	6,5	425	280	4,3	1000	—	—	—	5—50	95 при T = 25 °С
ШДР-5	27	0,015	2,14	1,2	400	50	10	200	10—2000	50	—	—50÷50	98 при T = 25 °С

Примечание. Наименьший момент нагрузки на валу, при котором двигатели работают без пропуска шага: для ШДР-711, ШДР-711В, ШДР-5 — 0,003 Н·м, для ШДР-231 — 0,0002 Н·м.

Таблица 13.18. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ШДР



Тип двигателя	Рис.	d ₃₀	d ₁	d ₂₅	d ₂₀	d ₂₂	l ₃₀	l ₁	l ₃₇	b ₂₀	Масса, кг
ШДР-231	a	35	2,5	15	38,6	2,3	83	12	17,3	35	0,21
ШДР-521	a	48	3	42	54,5	3,5	98	—	20	48	0,46
ШДР-711	b	60	3	56	70	4,5	69	16	25	62	0,38
ШДР-711В	b						72	19			0,42
ШДР-721	b					3,5	83	16			0,6
ШДР-5*	—	58	3	28	65	3,5	50	—	15	70	0,28

* См. рис. к табл. 13.12

13.2.12. Двигатель ДШИ-1М

Двигатель ДШИ-1М — четырехфазный индукторного типа с зубчатым пассивным ротором. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателя ДШИ-1М показаны на рис. 13.38, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.39, предельные динамические характеристики — на рис. 13.40.

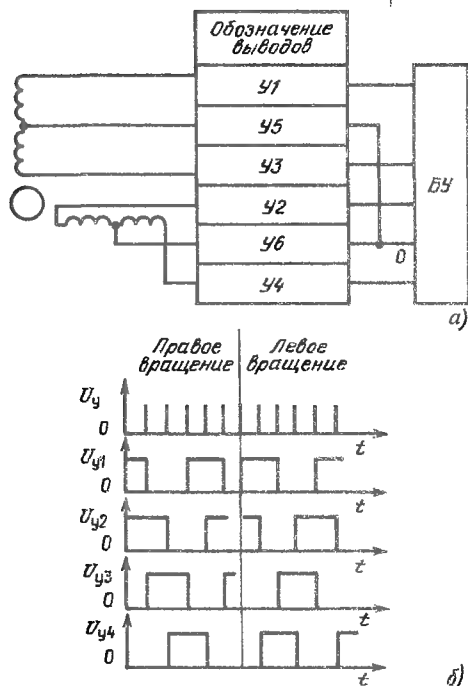


Рис. 13.38. Схема включения (а) и порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателя ДШИ-1М (б)

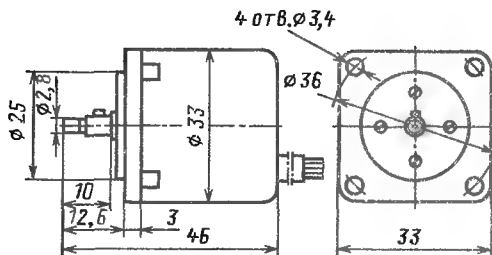


Рис. 13.39. Габаритные и установочные размеры двигателя ДШИ-1М

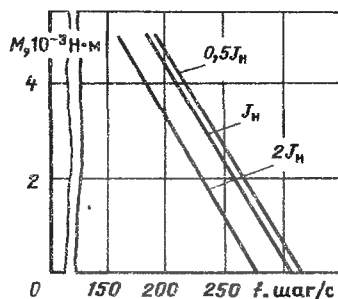


Рис. 13.40. Предельные динамические характеристики двигателя ДШИ-1М

Технические данные двигателя ДШИ-1М

Напряжение питания, В	27
Вращающий момент, Н·м	0,001
Шаг, град	15
Потребляемый ток при фиксированной стоянке, А	0,065
Приемистость, шаг/с:	
номинальная	100
максимальная	200
Момент инерции нагрузки, 10^{-8} кг·м ²	4,9
Максимальный статический синхронизирующий момент, 10^{-3} Н·м	3
Масса, кг	0,1

Условия эксплуатации двигателя ДШИ-1М

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—3000
ускорение, м/с ²	200
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	5000

13.2.13. Двигатель ШД-300-300

Двигатель ШД-300-300 — трехфазный реактивного типа с зубчатым пассивным ротором и резистивной форсировкой. Двигатель выпускается двух модификаций: с индексом А — с одним выступающим концом вала, с индексом 2А — с двумя выступающими концами вала. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Технические данные двигателя ШД-300-300

Напряжение питания, В	24
Вращающий момент, Н·м	0,028
Шаг, град	3
Потребляемый ток при фиксированной стоянке, А	1,3
Приемистость, шаг/с:	
номинальная	300
максимальная	340
Момент инерции нагрузки, 10^{-6} кг·м ²	3
Максимальный статический синхронизирующий момент, Н·м	0,08
Наименьший момент нагрузки, при котором двигатели работают без пропуска шага, Н·м	0,006
Масса, кг	0,45

Условия эксплуатации двигателя ШД-300-300

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—200
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	-40 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	2000

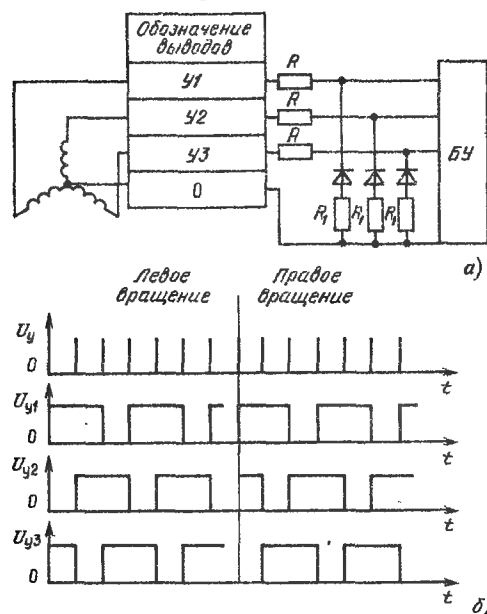


Рис. 13.41. Схема включения (а) и порядок чередования импульсов напряжения на выходах двигателя ШД-300-300 (б) ($R = 20$ Ом, $R_1 = 50$ Ом)

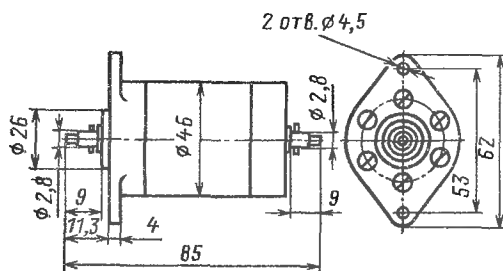


Рис. 13.42. Габаритные и установочные размеры двигателя ШД-300-300

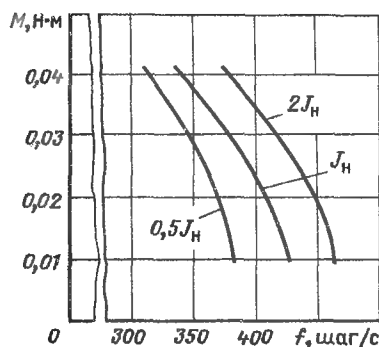


Рис. 13.43. Предельные динамические характеристики двигателя ШД-300-300

Схема включения и порядок чередования импульсов напряжения на выходах двигателя ШД-300-300 показаны на рис. 13.41, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.42, предельные динамические характеристики — на рис. 13.43.

13.2.14. Двигатель ДШ21-0,00005-22,5

Двигатель ДШ21-0,00005-22,5 — однофазный реактивного типа с зубчатым пассивным ротором, нереверсивный. Двигатель

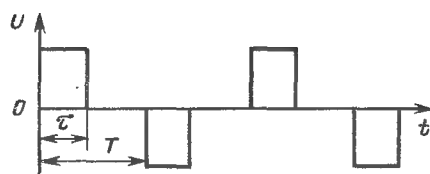


Рис. 13.44. Форма импульсов напряжения питания двигателя ДШ-21-0,00005-22,5 ($\tau = 27 \div 44$ мс; $T \geq 50$ мс)

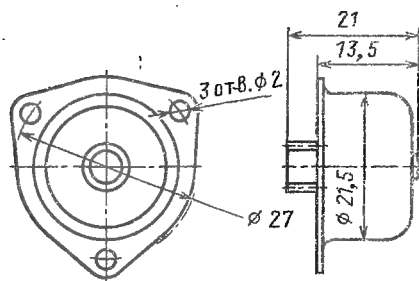


Рис. 13.45. Габаритные и установочные размеры двигателя ДШ21-0,00005-22,5

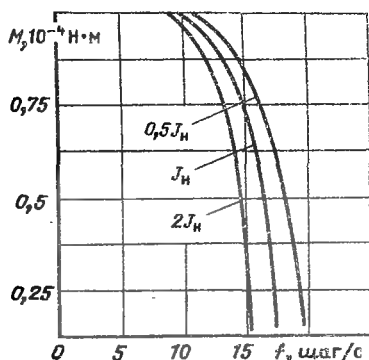


Рис. 13.46. Предельные динамические характеристики двигателя ДШ21-0,00005-22,5

выпускается двух модификаций: с индексом П — правого вращения, с индексом Л — левого вращения. Двигатель имеет фиксирующий момент при обесточенной обмотке. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Технические данные двигателя ДШ21-0,00005-22,5

Напряжение питания, В	6
Вращающий момент, $10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	0,5
Шаг, град	22,5
Потребляемый ток при фиксированной стоянке, А	0,029
Приемистость, шаг/с:	
номинальная	15
максимальная	15
Момент инерции нагрузки, $10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	0,5
Максимальный статический синхронизирующий момент, $10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$	0,6
Статический фиксирующий момент, $10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	1

Наименьший момент нагрузки, при котором двигатель работает без пропуска шага, $10^{-5} \text{ Н} \cdot \text{м}$ 1
 Масса, кг 0,02

Условия эксплуатации двигателя ДШ-0,00005-22,5

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—80
ускорение, м/с^2	50
Ударные нагрузки, м/с^2	150
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div +55$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , %	98
Гарантийная наработка, ч, при частоте отработки шагов:	
15 Гц	3000
1 Гц	50 000

Форма импульсов напряжения питания двигателя ДШ21-0,00005-22,5 приведена на рис. 13.44, габаритные и установочные размеры — на рис. 13.45, предельные динамические характеристики — на рис. 13.46.

13.2.15. Двигатели серии ДВШ

Двигатели серии ДВШ — четырех- и восьмифазные волновые. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателей — фланцевое. Напряжение питания — 12 В.

Основные технические данные двигателей серии ДВШ приведены в табл. 13.19, схемы включения — на рис. 13.47.

Порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ДВШ50-0,04-0,25

Условия эксплуатации серии ДВШ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц:	
ДВШ50	1—5000
ДВШ80	1—600
ускорение, м/с^2 :	
ДВШ50	200
ДВШ80	100
Ударные нагрузки, м/с^2	400
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div +70$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , %	98
Гарантийная наработка, ч	1000

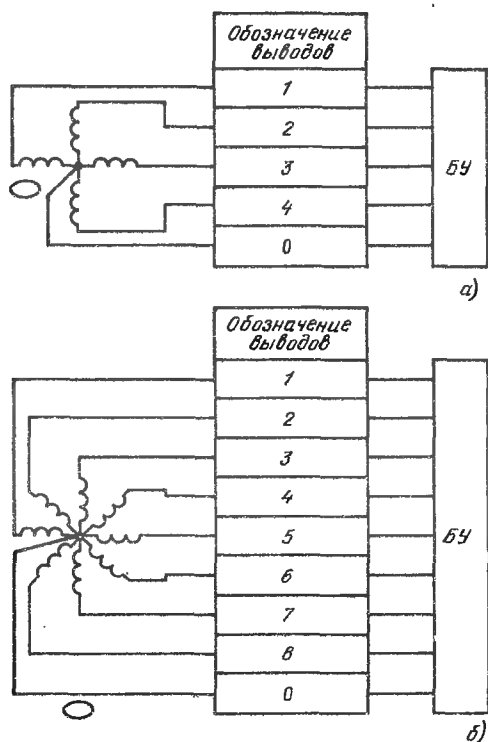


Рис. 13.47. Схемы включения двигателей ДВШ:

а — ДВШ50-0,04-0,5; ДВШ80-0,6-0,45; 2ДВШ80-0,6-0,45; 3ДВШ80-0,6-0,45; б — ДВШ50-0,04-0,25; ДВШ80-0,6-0,225

и ДВШ80-0,6-0,225 показан на рис. 13.48; двигателей ДВШ50-0,04-0,5, ДВШ80-0,6-0,45, 2ДВШ80-0,6-0,45, 3ДВШ80-0,6-0,45 такой же, как двигателей ШДМ (см. рис. 13.27).

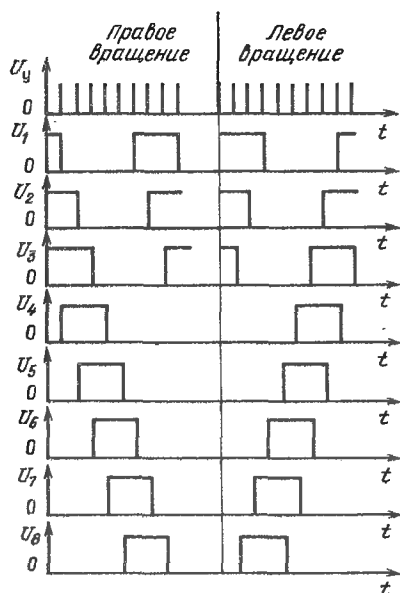


Рис. 13.48. Порядок чередования импульсов напряжения на выводах двигателей ДВШ50-0,04-0,25; ДВШ80-0,6-0,225

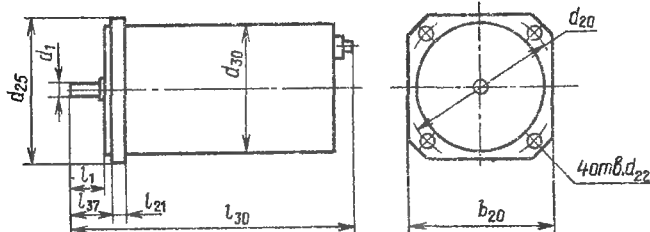
Габаритные и установочные размеры и масса двигателей серии ДВШ приведены в табл. 13.20, предельные динамические и механические характеристики — на рис. 13.49 и 13.50.

Таблица 13.19. Технические данные двигателей ДВШ

Тип двигателя	$M_{ном}$, Н·м	α , град	$I_{ном}$, А	$f_{п, ном}$, шаг/с	$f_{п, пред}^*$, шаг/с	$J_{п}$, 10^{-4} , кг·м ²	$M_{ст max}$, Н·м
ДВШ50-0,04-0,5	0,04	0,5	1,15	300	1300	2	0,3
ДВШ50-0,04-0,25	0,04	0,25	1,2	600	2500	2	0,4
ДВШ80-0,6-0,45; 2ДВШ80-0,6-0,45; 3ДВШ80-0,6-0,45	0,6	0,45	5,3	250	1400	25	2
ДВШ80-0,6-0,225	0,6	0,225	4,0	500	2800	25	2

* $f_{п, пред}$ — предельная приемистость.

Таблица 13.20. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДВШ



Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_{25}	d_{20}	d_{22}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	b_{20}	Масса, кг
ДВШ50-0,04-0,5 ДВШ50-0,04-0,25	50	4	50	60	4,5	112	12	15,5	5	56	0,55
2ДВШ80-0,6-0,45 ДВШ80-0,6-0,225	80	10	80	100	7	150	20	24	8	86	1,7
ДВШ80-0,6-0,45						170	40	44			
3ДВШ80-0,6-0,45*						195					

* Двигатель имеет второй выступающий конец вала ($d_2 = 10$, $l_2 = 40$).

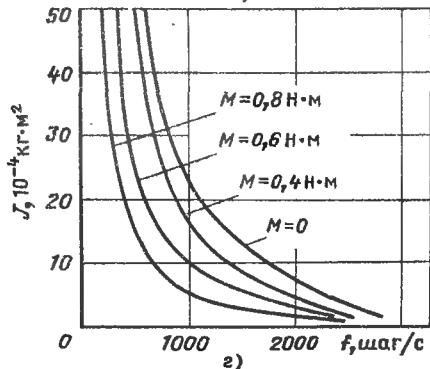
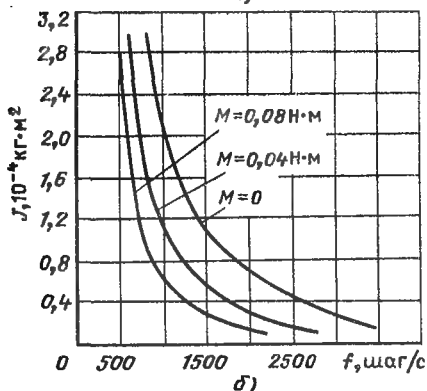
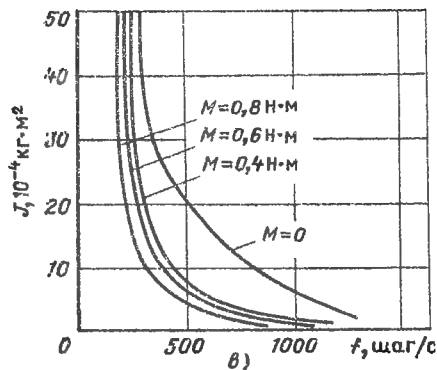
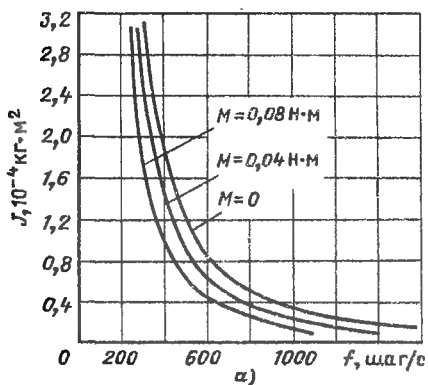


Рис. 13.49. Предельные динамические характеристики двигателей:

а — ДВШ50-0,04-0,5; б — ДВШ50-0,04-0,25; в — ДВШ80-0,6-0,45; 2ДВШ80-0,6-0,45; 3ДВШ80-0,6-0,45; г — ДВШ80-0,6-0,225

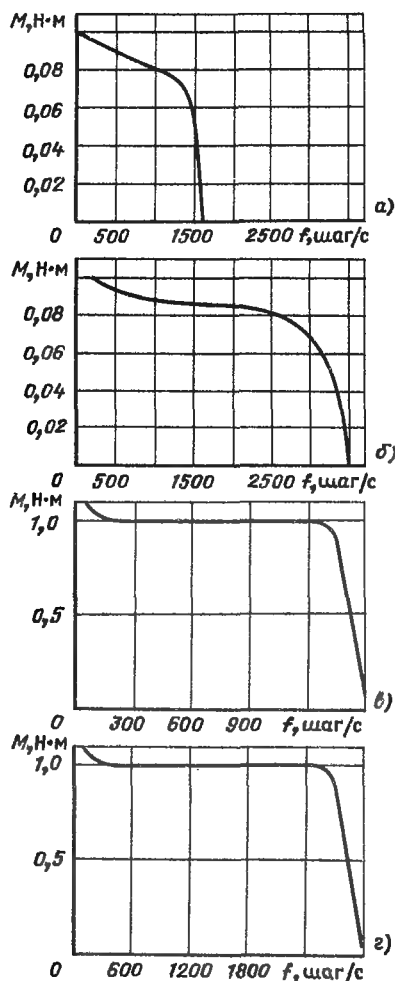


Рис. 13.50. Предельные механические характеристики двигателей:

a — ДВШ50-0,04-0,5; *б* — ДВШ50-0,04-0,25; *в* — ДВШ80-0,6-0,45; 2ДВШ80-0,6-0,45; 3ДВШ80-0,6-0,45; *з* — ДВШ80-0,6-0,225

13.2.16. Дискретный электропривод ЭПШ-50/1800

Дискретный (шаговый) электропривод состоит из шагового двигателя реактивного типа ШДР-50/1800, электронного коммутатора ЭК-50/1800 и блока форсировочных и нагрузочных резисторов БФН-1. Режим работы привода — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Технические данные электропривода ЭПШ-50/1800

Напряжение питания, В:

I канал	27
II канал	12
III канал	6

Параметры управляющих импульсов:

амплитуда, В	10
длительность, мкс	3,5

Вращающий момент, Н·м 0,01

Шаг, град 1,5

Потребляемый ток при фиксированной стоянке, А:

I канал	3,4
II канал	0,55
III канал	0,08

Номинальная приемистость, шаг/с 1800

Момент инерции нагрузки, 10^{-7} кг·м² 3,5

Максимальный статический синхронизирующий момент, Н·м:

при питании одной обмотки . .	0,045
при питании двух обмоток . .	0,06

Наименьший момент нагрузки на валу, при котором двигатель работает без пропуска шага, Н·м 0,002

Масса, кг 2,1

Условия эксплуатации электропривода ЭПШ-50/1800

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	20—25
ускорение, м/с ²	20

Ударные нагрузки, м/с² 120

Температура окружающей среды, °С -50 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C,

%	98
-------------	----

Гарантийная наработка, ч 2000

Схема включения электропривода ЭПШ-50/1800 показана на рис. 13.51, габаритные и установочные размеры двигателя ШДР-50/1800 на рис. 13.52, предельные динамические характеристики электропривода — на рис. 13.53.

Габаритные размеры коммутатора и блока, мм, приведены ниже:

ЭК-50/1800 185 × 83 × 107

БФН-1 185 × 83 × 107

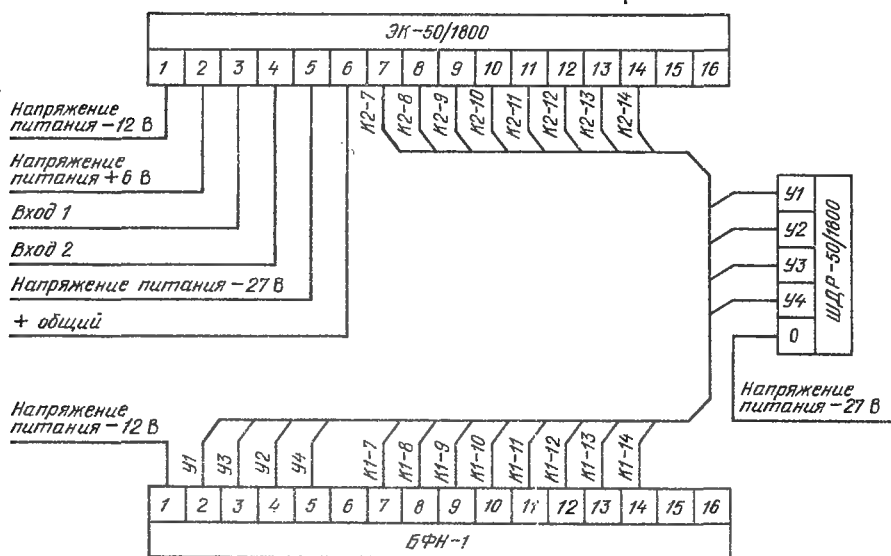


Рис. 13.51. Схема включения электропривода ЭПШ-50/1800

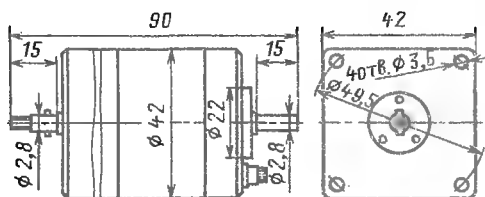


Рис. 13.52. Габаритные и установочные размеры двигателей ШДР-50/1800

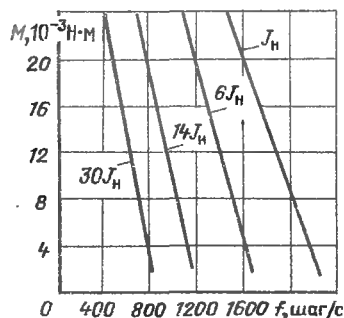


Рис. 13.53. Пределные динамические характеристики электропривода ЭПШ-50/1800

ДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

14.1. Коллекторные двигатели постоянного тока

14.1.1. Особенности коллекторных двигателей

Основным достоинством коллекторных двигателей постоянного тока является возможность регулирования частоты вращения в широком диапазоне, линейность механической и, в большинстве случаев, регулировочной характеристики, большой пусковой момент, высокое быстродействие, малая масса и объем на единицу полезной мощности и более высокий КПД по сравнению с двигателями переменного тока той же мощности.

Недостатком коллекторных двигателей постоянного тока является наличие щеточно-коллекторного узла, что ограничивает их долговечность и является источником радиопомех. Вследствие искрения на скользящем контакте эти двигатели не пригодны для эксплуатации во взрывоопасных средах.

По функциональному назначению коллекторные двигатели постоянного тока подразделяются на силовые и управляемые. В свою очередь, силовые электродвигатели выполняются со стабилизацией и без стабилизации частоты вращения.

Двигатели с центробежно-вибрационными регуляторами частоты вращения имеют стабильность в пределах $\pm (2-5)\%$. Точность стабилизации частоты вращения двигателей с электронными регуляторами зависит от принятой системы стабилизации. Статическая система стабилизации обеспечивает стабильность частоты вращения до $\pm 0,5\%$, астатическая система — с точностью, определяемой стабильностью частоты эталонного источника.

Важным функциональным свойством двигателей является быстродействие, которое определяется в основном конструктивным исполнением и видом возбуждения. Двигатели с зубцовым якорем имеют постоянную времени 30–100 мс, с полым якорем 15–20 мс, с гладким и печатным якорями 5–10 мс.

Коллекторные двигатели постоянного тока различаются также по добротности пуска. Наилучшую добротность пуска (отношение пускового момента к пусковому току) имеют двигатели последовательного возбуждения, а для двигателей с возбуждением от постоянных магнитов и с параллельным возбуждением добротность в 1,5–3 раза ниже.

Коэффициент полезного действия двигателей постоянного тока различной мощности лежит в пределах 10–85% и зависит от функционального назначения двигателя, режима работы, степени использования, способа возбуждения, конструктивного исполнения. Наибольший КПД имеют двигатели с полым якорем и возбуждением от постоянных магнитов, наименьший — двигатели с электромагнитным возбуждением.

Коллекторные двигатели постоянного тока в зависимости от способа их возбуждения имеют различную жесткость механической характеристики. Двигатели с последовательным возбуждением обеспечивают наименьшую стабильность частоты вращения, поскольку они имеют мягкую механическую характеристику. Двигатели с параллельным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов вследствие повышенной жесткости механической характеристики имеют более стабильную частоту вращения, а с применением специальных устройств — регуляторов скорости (центробежно-вибрационных или электронных) достигается стабильность частоты вращения от 5 до 0,5% и выше.

Для регулирования частоты вращения двигателей с параллельным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов применяется в основном якорное управление, т. е. изменение напряжения питания якорной цепи, при этом механическая характеристика, не изменяя жесткости, смещается параллельно своему положению при $U = U_{\text{ном}}$.

Практические пределы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока составляют от 1:5 до 1:20.

14.1.2. Двигатели ДПМ

Двигатели ДПМ с возбуждением от постоянных магнитов с пазовым якорем имеют следующие конструктивные исполнения:

Н1 (1Т) — с одним выходным концом вала (с трибкой на валу);

Н2 — с двумя выходными концами вала (размеры концов вала одинаковы);

Н3 (3Т) — с одним выходным концом вала и встроенным центробежным контактным регулятором частоты вращения;

Н6 — с одним выходным концом вала, таходатчиком, являющимся измерительным органом в системе стабилизации частоты

вращения и электронным регулятором частоты вращения (скорости — РС), выполненным в виде отдельного блока.

Крепление двигателей всех исполнений осуществляется за корпус (магнит) с помощью немагнитных металлических деталей. Двигатели исполнений Н1, Н2 предназначены для работы при обоих направлениях вращения, причем изменение направления вращения на ходу, без предварительной остановки двигателя, не допускается, за исключением двигателей ДПМ-20-Н1-08Т, ДПМ-25-Н1-07Т, ДПМ-30-Н1-08Т.

Двигатели одного типа исполнений Н1 и Н2 имеют аналогичные параметры, за

Таблица 14.1. Технические данные двигателей ДПМ-Н1, Н2

Тип двигателя	U, В	P _{2 ном} , Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , мН·м	M _п , мН·м	I _{ном} , А	I _п , А	КПД, %	t _г , ч
ДПМ-20-Н1, Н2-01	29	0,46	9000	0,49	4,9	0,1	0,7	16	200
ДПМ-20-Н1, Н2-02	27	0,41	4000	0,98	1,96	0,11	0,3	14	250
ДПМ-20-Н1, Н2-04	6	0,04	2000	0,196	0,59	0,1	0,3	7	500
ДПМ-20-Н1, Н2-05	14	0,04	2000	0,196	0,98	0,07	0,15	4	500
ДПМ-20-Н1, Н2-08	27	0,92	4500	1,96	3,92	0,2	0,5	17	250
ДПМ-20-Н1-08Т	27	0,92	4500	1,96	3,43	0,25	0,5	14	3000*
ДПМ-20-Н1, Н2-12	12	1,23	6000	1,96	4,9	0,4	1,5	26	300
ДПМ-20-Н1, Н2-12А	14	1,1	6000	1,76	4,9	0,3	1	26	300
ДПМ-20-Н1, Н2-13	12	0,69	4500	1,47	3,92	0,28	0,8	21	250
ДПМ-20-Н1, Н2-16	6	0,92	9000	0,98	5,9	0,65	4,5	24	250
ДПМ-20-Н1, Н2-17	6	0,92	6000	1,47	5,9	0,65	2,5	24	350
ДПМ-25-Н1, Н2-01	29	3,22	9000	3,43	5,9	0,4	2,5	28	100
ДПМ-25-Н1, Н2-02	27	0,46	3800	2,94	9,8	0,13	0,6	13	500
ДПМ-25-Н1, Н2-02А	27	0,46	4500	0,98	4,9	0,1	0,6	17	500
ДПМ-25-Н1, Н2-03	12	2,77	6000	4,41	9,8	0,85	3,5	27	300
ДПМ-25-Н1, Н2-04	27	1,28	2500	4,9	7,85	0,22	0,5	22	1000
ДПМ-25-Н1, Н2-05	15	1,28	2500	4,9	7,85	0,28	0,8	30	800
ДПМ-25-Н1, Н2-07	27	2,31	4500	4,9	11,8	0,28	1	30	500
ДПМ-25-Н1-07Т	27	2,54	4500	5,39	12,3	0,35	1	27	3000*
ДПМ-25-Н1, Н2-10А	14	2,31	4500	4,9	11,8	0,55	2	30	500
ДПМ-25-Н1Т-01	27	1,85	9000	1,96	11,8	0,38	2,3	18	100
ДПМ-30-Н1, Н2-01/02	29	6,47	9000	6,86	34,3	0,75	5	30	100
ДПМ-30-Н1, Н2-02/01	27	2,67	2600	9,8	19,6	0,3	1	33	800
ДПМ-30-Н1, Н2-03	27	4,62	4500	9,8	29,4	0,6	2,5	29	500
ДПМ-30-Н1-03Т	27	6	4500	12,74	24,6	0,85	2,5	26	2000*
ДПМ-30-Н1, Н2-04	26	5,65	5500	9,8	24,6	0,7	3,0	31	300
ДПМ-30-Н1, Н2-05	27	4,31	6000	6,86	24,6	0,5	3,5	32	300
ДПМ-30-Н1, Н2-09	12	6,16	6000	9,8	34,3	1,4	9	37	200
ДПМ-30-Н1, Н2-10А	14	4,62	4500	9,8	27,5	1	5	33	500
ДПМ-30-Н1, Н2-19	12	2,57	2500	9,8	19,6	0,75	2,5	29	600
ДПМ-35-Н1, Н2-01	27	13,87	9000	14,7	68,6	1,5	11	34	100
ДПМ-35-Н1, Н2-02	27	5,39	3500	14,7	49	0,65	2,5	31	500
ДПМ-35-Н1-03	6	4,25	1800	22,6	34,3	2,5	8,5	28	1000
ДПМ-35-Н1, Н2-04	27	12,32	6000	19,6	68,6	1,3	6	35	200

* Число циклов.

Таблица 14.2. Технические данные двигателей ДПМ-НЗ

Тип двигателя	U, В	P ₂ ном, Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , мН·м	M _п , мН·м	I _{ном} , А	I _п , А	КПД, %	t _г , ч	δn, %	Направление вращения
ДПМ-20-НЗ-01	27	0,92	9000	0,98	4,9	0,24	1,5	14	50	±4	Левое
ДПМ-20-НЗ-09	12	0,92	4500	1,96	3,92	0,55	1,5	14	100	±4	Правое
ДПМ-25-НЗ-01	27	0,62	6000	0,98	11,8	0,37	2,5	6	150	±3	»
ДПМ-25-НЗ-02А	28	2	9000	2,16	11,8	0,8	5	9	50	±4	Правое
ДПМ-25-НЗ-02Б	27	3,7	9000	3,92	9,8	0,75	5	18	30 000*	±5	Левое
ДПМ-25-НЗ-02Г	28	2	9000	2,16	11,8	0,6	5	12	50	±3	Правое
ДПМ-25-НЗ-03	12	0,62	6000	0,98	11,8	0,6	5	9	150	±3	Левое
ДПМ-25-НЗ-03А	14	1,85	6000	2,94	9,8	0,9	6,8	15	150	±3	Правое
ДПМ-25-НЗ-04	28	2,47	12 000	1,96	11,8	0,65	5	14	30	+3 -5	Правое
ДПМ-25-НЗ-05	24	0,92	4500	1,96	9,8	0,4	1,5	10	50	±4,5	Правое
ДПМ-25-НЗ-09	24	1,23	6000	1,96	9,8	0,45	3	11	50	±4	Левое
ДПМ-25-НЗ-16	27	3	5200	5,49	9,8	0,7	3	16	100	+4 -6	Правое
ДПМ-25-НЗТ-01Б	28	2	9000	2,16	11,8	0,6	5	12	50	±3	Правое
ДПМ-30-НЗ-01	27	6,47	9000	6,86	39,2	1	6,5	24	50	±4	Левое
ДПМ-30-НЗ-01А	23	6,47	9000	6,86	29,4	1,25	8,5	23	50	±4	Левое
ДПМ-30-НЗ-02	28	2,47	12 000	1,96	19,6	1	8	9	30	±2	Правое

* Число циклов

Примечание. δn — точность стабилизации частоты вращения.

Таблица 14.3. Технические данные двигателей ДПМ-Н6

Тип двигателя	Регулятор скорости	I _{ном} , А	M _п , мН·м	КПД, %	δn, %	t _г , ч	Направление вращения	Вибрационные нагрузки		Ударные нагрузки, м/с ²	Температура окружающей среды, °С		Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %
								диапазон частот, Гц	ускорение, м/с ²		верхнее значение	нижнее значение	
ДПМ-25-Н6-02	РС-3-04А	0,6	14,7	19	0,5	150	Правое	1—2500	150	400	50	-40	98
ДПМ-25-Н6-02	РС-3-05	0,85	9,8	26	1	150	Правое	1—2500	300	—	50	-50	98***
ДПМ-25-Н6-02	РС-3-04	0,6	9,8	19	1	150	Левое	1—2500	300	—	50	-50	98***
ДПМ-30-Н6-02	РС-3-02Д	0,75	24,5	15	0,7	100	То же	1—2500	150	400	50	-40	98
ДПМ-30-Н6-02И	РС-3-02	0,75	34,3	15	0,5	300	Правое	1—4000	150	400	70*	-40	98
ДПМ-30-Н6-02И	РС-0-02	0,75	34,3	15	—	300	»	1—4000	150	—	70*	-40	98
											50**		
											70**		

* Двигателя.

** Регулятора скорости.

*** При температуре 40 °С.

Примечание. Для двигателя ДПМ-30-Н6-02И с РС-0-02 значения δn определяются частотой тока внешней синхронизации.

Технические данные, общие для двигателей ДПМ-Н6

Напряжение питания, В:

ДПМ-25-Н6-02 с РС-3-05 14

остальных типов 27

Полезная мощность, Вт 3,1

Вращающий момент, мН·м 4,9

Частота вращения, об/мин 6000

Условия эксплуатации двигателей ДПМ-Н1, Н2, Н3

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ДПМ-25-Н3-04, ДПМ-30-Н3-02

исполнений Н1, Н2 1—3000

ДПМ-25-Н3-03А 1—2500

остальных типов исполнения Н3 1—2000

ускорение, м/с²:

ДПМ-25-Н3-04, ДПМ-30-Н3-02

исполнений Н1, Н2 150

ДПМ-25-Н3-03А 100

остальных типов исполнения Н3 100

Ударные нагрузки, м/с² 350

Температура окружающей среды

(верхнее значение), °С:

ДПМ-25-Н1, Н2-01, ДПМ-30-Н1,

Н2-01/02, ДПМ-30-Н1, Н2-19 100

ДПМ-20-Н1-08Т, ДПМ-25-Н1-07Т,

ДПМ-30-Н1-03Т 90

ДПМ-30-Н1, Н2-09 85

ДПМ-20-Н1, Н2-12, ДПМ-20-Н1,

Н2-16, ДПМ-20-Н1, Н2-17 80

ДПМ-25-Н3-02Б 75

остальных типов 70

Температура окружающей среды

(нижнее значение), °С —60

Относительная влажность возду-

ха, %:

ДПМ-20-Н1-08Т, ДПМ-25-Н1-07Т,

ДПМ-30-Н1-03Т, ДПМ-25-Н3-

-02Б, ДПМ-30-Н1, Н2-19, ДПМ-

-25-Н3-05, ДПМ-25-Н3-09, ДПМ-

-35-Н1, Н2-04 (при температуре

35°С) 98

остальных типов (при темпера-

туре 25°С) 98

исключением двигателя ДПМ-30-Н1-01, ана-

логом которого является двигатель

ДПМ-30-Н2-02, и двигателя ДПМ-30-Н1-02,

аналог которого ДПМ-30-Н2-01. Двигатели

ДПМ-20-Н1-08Т, ДПМ-25-Н1-07Т,

ДПМ-25-Н1Т-01, ДПМ-30-Н1-03Т и

ДПМ-35-Н1-03 имеют один выходной конец

вала.

По точности стабилизации частоты вра-

щения двигателей исполнения Н6 регулято-

ры частоты вращения подразделяются на

статические (РС-3) и астатические (РС-0).

Статические регуляторы поддерживают частоту вращения двигателя постоянной в пределах статической погрешности, а астатические обеспечивают стабильность частоты вращения вала двигателя с точностью, определяемой стабильностью частоты эталонного источника синхронизации. Для двигателей с астатическими регуляторами напряжение внешней синхронизации (40 ± 3) В частотой $(1000 \pm 0,25)$ Гц синусоидальной или прямоугольной формы.

Не допускается включение РС на обратную полярность, поскольку это может привести к выходу их из строя.

Режим работы двигателей:

ДПМ-20-Н1-08Т, ДПМ-25-Н1-07Т,

ДПМ-30-Н1-03Т — работа 3 мин при непре-

рывном изменении направления вращения

на ходу через каждые 10 с, перерыв 5 мин

(1 цикл);

ДПМ-25-Н3-01, ДПМ-25-Н3-03 — работа

30 мин, перерыв 5 мин;

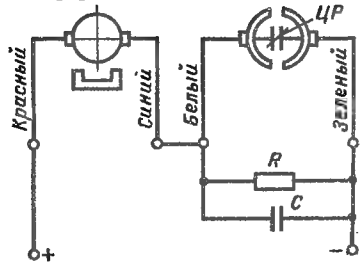


Рис. 14.1. Схема включения двигателей ДПМ-25-Н3-02Г, ДПМ-25-Н3Т-01Б, ДПМ-20-Н3-09:

ЦР — центробежно-вибрационный регулятор частоты вращения. Значения параметров приведены в таблице:

Тип двигателя	R	C
ДПМ-25-Н3-02Г, ДПМ-25-Н3Т-01Б	200 Ом; 2 Вт	0,01 мкФ; $U \geq 100$ В
ДПМ-20-Н3-09	200 Ом; 2 Вт	0,02 мкФ; $U \geq 100$ В

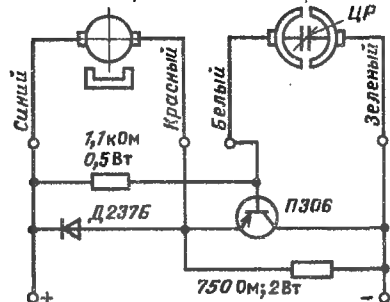


Рис. 14.2. Схема включения двигателя ДПМ-25-Н3-01

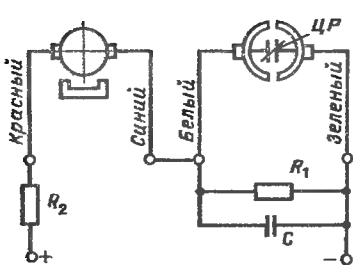


Рис. 14.3. Схема включения двигателей ДПМ-20-НЗ-01, ДПМ-25-НЗ-02Б. Значения параметров приведены в таблице:

Тип двигателя	R	C
ДПМ-20-НЗ-01	200 Ом; 2 Вт	0,01 мкФ; $U \geq 100$ В
ДПМ-25-НЗ-02Б	200 Ом; 2 Вт	0,01 мкФ; $U \geq 200$ В

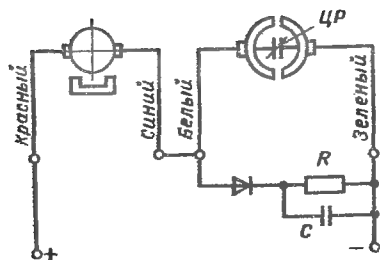


Рис. 14.6. Схема включения двигателей ДПМ-25-НЗ-02А, ДПМ-25-НЗ-16. Значения параметров и типы диодов приведены в таблице:

Тип двигателя	Тип диода	R	C
ДПМ-25-НЗ-02А	Д226(Д226А)	200 Ом; 2 Вт	0,01 мкФ; $U \geq 100$ В
ДПМ-25-НЗ-16	Д226(Д226А)	390 Ом; 2 Вт	0,25 мкФ; $U \geq 100$ В

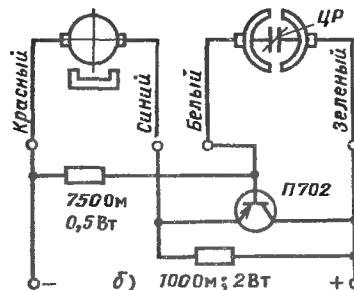
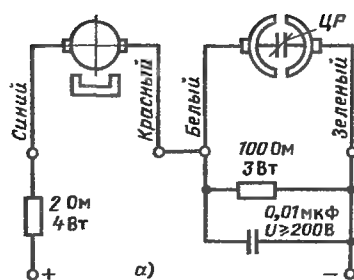
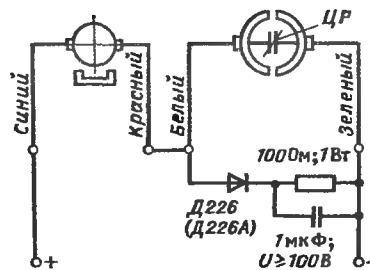


Рис. 14.4. Схемы включения двигателя ДПМ-30-НЗ-01А (а) и ДПМ-25-НЗ-03А (б)



14.7. Схема включения двигателя ДПМ-25-НЗ-03

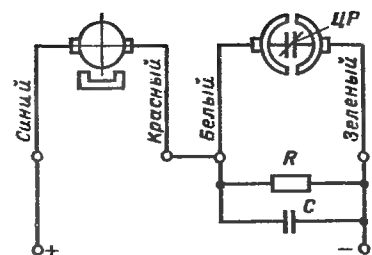


Рис. 14.5. Схемы включения двигателей ДПМ-25-НЗ-04, ДПМ-30-НЗ-01, ДПМ-30-НЗ-02. Значения параметров приведены в таблице:

Тип двигателя	R_1	R_2	C
ДПМ-25-НЗ-04	200 Ом; 2 Вт	5,1 Ом; 3 Вт	0,01 мкФ; $U \geq 100$ В
ДПМ-30-НЗ-01	100 Ом; 4 Вт	3 Ом; 4 Вт	0,01 мкФ; $U \geq 100$ В
ДПМ-30-НЗ-02	100 Ом; 2 Вт	3 Ом; 3 Вт	0,01 мкФ; $U \geq 100$ В

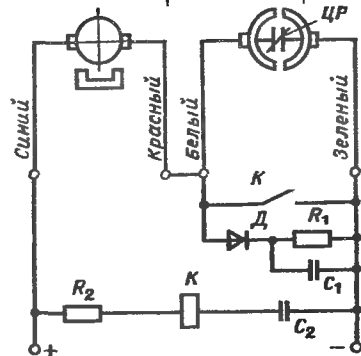
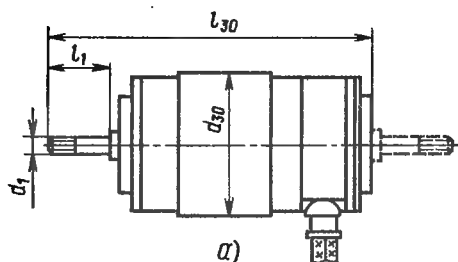


Рис. 14.8. Схема включения двигателей ДПМ-25-НЗ-05; ДПМ-25-НЗ-09. Значения параметров и типы диода и реле приведены ниже:

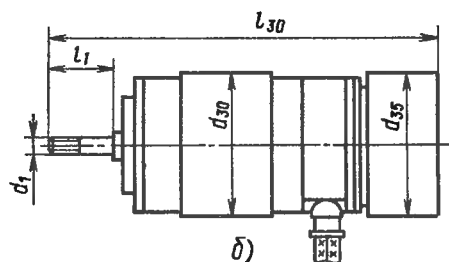
Тип двигателя	R_1	C_1
ДПМ-25-НЗ-05	750 Ом; 2 Вт	0,1 мкФ; $U \geq 300$ В
ДПМ-25-НЗ-09	390 Ом; 2 Вт	0,25 мкФ; $U \geq 100$ В

Примечание. Диод Д237(Д237А); реле РЭС-10; $R_2 = 100$ Ом, 1 Вт; $C_2 = 33$ мкФ, $U \geq 30$ В.

Таблица 14.4. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДПМ-Н1, Н2, Н3

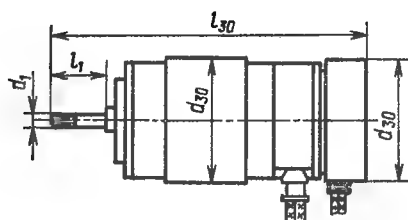


Исполнение Н1, Н2



Исполнение Н3

Тип двигателя	Рис.	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{30}	d_1	Масса, кг
ДПМ-20-Н1, Н2	<i>a</i>	20	—	M2 × 0,25	46	7	0,065
ДПМ-20-Н3	<i>б</i>		20,4		58		0,075
ДПМ-25-Н1, Н2	<i>a</i>	25	—	M2 × 0,25	55,5	9	0,120
ДПМ-25-Н3	<i>б</i>		25,2		69		0,140
ДПМ-30-Н1, Н2	<i>a</i>	30	—	M3 × 0,35	69	10,5	0,22
ДПМ-30-Н3	<i>б</i>		30		84		0,25
ДПМ-35-Н1, Н2	<i>a</i>	35	—		78,5	12,5	0,34



Исполнение Н6

Таблица 14.5. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДПМ-Н6

Тип двигателя	Регулятор скорости	d_{30}	d_1	l_{30}	l_1	Размеры регулятора скорости	Масса, кг	
						$h \times b \times l$	регулятора	двигателя
ДПМ-25-Н6-02	РС-3-04А	25	M2 × 0,25	71	9	37 × 69 × 104	0,15	0,35
ДПМ-25-Н6-02	РС-3-05					35 × 69 × 104	0,15	0,32
ДПМ-25-Н6-02	РС-3-04					35 × 69 × 104	0,15	0,32
ДПМ-30-Н6-02	РС-3-02Д	30	M3 × 0,35	88	10,5	75 × 70 × 122	0,27	0,73
ДПМ-30-Н6-02И	РС-3-02					92 × 78 × 122	0,27	0,85
ДПМ-30-Н6-02И	РС-0-02					92 × 78 × 122	0,27	0,85

ДПМ-25-Н3-02А — работа 100 мин, перерыв 20 мин;

ДПМ-25-Н3-02Б — работа 4 с, перерыв 4 с (1 цикл);

ДПМ-25-Н3-02Г, ДПМ-25-Н3Т-01Б — работа 120 мин, перерыв 5 мин;

ДПМ-25-Н3-04 — работа 60 мин, перерыв 5 мин;

у остальных типов двигателей — продолжительный.

Основные технические данные двигателей ДПМ-Н1, Н2 приведены в табл. 14.1, двигателей ДПМ-Н3 — табл. 14.2, двигателей ДПМ-Н6 — табл. 14.3.

Схемы включения двигателей ДПМ-Н3 приведены на рис. 14.1—14.8, габаритные и установочные размеры и масса двигателей ДПМ-Н1, ДПМ-Н2, ДПМ-Н3 — в табл. 14.4, а двигателя ДПМ-Н6 — в табл. 14.5.

14.1.3. Двигатели ДПР

Двигатели ДПР выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с полым бескаркасным якорем. Двигатели объединены в несколько серий, отличающихся друг от друга основными параметрами, режимами работы и условиями эксплуатации. Двигатель каждой серии имеет четыре конструктивных исполнения:

Н1, Н4, Н5 — нормальное с одним выходным концом вала;

Н2, Н7, Н8, Н9 — нормальное с двумя выходными концами вала (размеры концов вала одинаковые);

Ф1, Ф4, Ф5 — фланцевое с одним выходным концом вала;

Ф2, Ф7, Ф8, Ф9 — фланцевое с двумя выходными концами вала.

Кроме двигателей, объединенных в серию, имеются модификации, выполненные в одном конструктивном исполнении (ДПР-32-Ф1-13, ДПР-42-Ф1-05, ДПР-72-Н5-05), а также двигатели с таходатчиком (ТИ или ТС) и с электронными регуляторами частоты вращения (РС), выполненными в виде отдельного блока.

Крепление двигателей исполнения Н производится за корпус с помощью охватывающих его металлических деталей, а исполнения Ф — за фланец.

Регуляторы частоты вращения подразделяются на статические (РС-3) и астатические (РС-0). Для двигателей с астатическими регуляторами напряжение внешней синхронизации (40 ± 3) В частотой $(1000 \pm 0,25)$ Гц синусоидальной или прямоугольной формы. Не допускается включение РС на обратную полярность, поскольку это может привести к выходу их из строя.

Таблица 14.6. Технические данные двигателей ДПР-Н1, Н2, Ф1, Ф2

Тип двигателя	U, В	P _{2 ном} , Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , мН·м	M _п , мН·м	I _{ном} , А	I _п , А	КПД, %	t _г , ч
ДПР-2-Н1, Н2, Ф1, Ф2-01	12	0,92	9000	0,98	2,16	0,195	1,1	39	300
ДПР-2-Н1, Н2, Ф1, Ф2-13	6	0,12	6000	0,196	1,57	0,1	0,7	20	300
ДПР-32-Н1, Н2, Ф1, Ф2-07	12	0,92	4500	1,96	5,4	0,21	1,1	36	2000
ДПР-32-Н1, Н2, Ф1, Ф2-08	12	0,64	2500	2,45	4,9	0,18	0,7	29	2000
ДПР-42-Н1, Н2, Ф1, Ф2-02	27	3,1	6000	4,9	19,6	0,24	1,8	48	1000
ДПР-42-Н1, Н2, Ф1, Ф2-03	27	2,3	4500	4,9	12,8	0,2	1,15	43	2500
ДПР-42-Н1, Н2, Ф1, Ф2-06	12	3,1	6000	4,9	19,6	0,55	4,7	47	800
ДПР-42-Н1, Н2, Ф1, Ф2-07А	14	2,3	4500	4,9	14,7	0,345	2,4	48	2000
ДПР-52-Н1, Н2, Ф1, Ф2-02	27	6,15	6000	9,8	68,7	0,5	5,5	46	1000
ДПР-52-Н1, Н2, Ф1, Ф2-03	27	4,6	4500	9,8	54	0,32	3,4	53	2500
ДПР-52-Н1, Н2, Ф1, Ф2-04	27	2,6	2500	9,8	29,4	0,24	1,3	40	4000
ДПР-52-Н1, Н2, Ф1, Ф2-07А	14	4,6	4500	9,8	54	0,62	8,0	53	1500
ДПР-62-Н1, Н2, Ф1, Ф2-02	27	12,3	6000	19,6	137,4	0,82	10,5	56	1000
ДПР-62-Н1, Н2, Ф1, Ф2-03	27	9,25	4500	19,6	118	0,7	7,2	49	1000
ДПР-62-Н1, Н2, Ф1, Ф2-07А	14	9,25	4500	19,6	78,5	1,3	11,0	51	1500
ДПР-72-Н1, Н2, Ф1, Ф2-03	27	18,5	4500	39,2	245	1,3	17,5	53	1000
ДПР-32-Ф1-13*	20	—	8000	—	9,8	0,05	—	—	20
ДПР-42-Ф1-05*	20	—	7500	—	18,5	0,085	—	—	20

* Данные приведены для режима холостого хода.

Режим работы — продолжительный. Двигатели ДПР-Н4, Н7, Ф4, Ф7 могут также работать при повторно-кратковременном реверсивном режиме при питании напряжением синусоидальной формы, амплитудой до 6 В, частотой для двигателей ДПР-42, 52 до 6 Гц, ДПР-62, 72 до 2,5 Гц (продолжительность работы не более 60 мин с последующим перерывом не менее 60 мин).

Двигатели ДПР-Н5, Н9, Ф5, Ф9 предназначены для работы также при питании от широтно-импульсного модулятора, обеспечивающего среднее значение напряжения на выходных концах двигателя 20 В, частоту следования импульсов не менее 500 Гц и скважность импульсов не менее 0,2, форма импульса — прямоугольная.

Основные технические данные двигателей ДПР-Н1, Н2, Ф1, Ф2 приведены в табл. 14.6.

Условия эксплуатации двигателей ДПР-Н1, Н2, Ф1, Ф2

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 1—5000

ускорение, м/с²:

ДПР-2, ДПР-32, ДПР-42 —

72-Н1, Н2 120

ДПР-42 — 72-Ф1, Ф2 100

ДПР-32-Ф1-13,

ДПР-42-Ф1-05 200

Ударные нагрузки, м/с² 350

Температура окружающей среды (верхнее значение), °С:

ДПР-2 85

ДПР-52-Н1, Н2-02 80

ДПР-32-Ф1-13, ДПР-42-Ф1-05 50

остальных 70

Температура окружающей среды (нижнее значение), °С:

ДПР-32-Ф1-13, ДПР-42-Ф1-05 — 50

остальных — 60

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Основные технические данные двигателей ДПР-Н4, Н7, Ф4, Ф7 приведены в табл. 14.7.

Условия эксплуатации двигателей ДПР-Н4, Н7, Ф4, Ф7

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 1—5000

ускорение, м/с²:

ДПР-42 — 52 200

ДПР-62, ДПР-Н4, Н7 150

ДПР-72-Ф4, Ф7 100

Ударные нагрузки, м/с² 400

Температура окружающей среды, °С — 60 ÷ 70

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 1100

Таблица 14.7. Технические данные двигателей ДПР-Н4, Н7, Ф4, Ф7 (напряжение питания 27 В, частота вращения 6000 об/мин)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$ Вт	$M_{\text{ном}}$ Н·м	$M_{\text{п}}$ Н·м	$I_{\text{ном}}$ А	КПД, %
ДПР-42-Н4, Н7, Ф4, Ф7	2,5	3,92	29,4	0,22	42
ДПР-52-Н4, Н7, Ф4, Ф7	6	9,8	93	0,46	48
ДПР-62-Н4, Н7, Ф4, Ф7	16	25,5	196	1	59
ДПР-72-Н4, Н7, Ф4, Ф7	25	39,2	392	1,45	64

Таблица 14.8. Технические данные двигателей ДПР-Н5, Н8, Ф5, Ф8 (напряжение питания 27 В)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$ Вт	$n_{\text{ном}}$ об/мин	$M_{\text{ном}}$ Н·м	$M_{\text{п}}$ Н·м	$I_{\text{ном}}$ А	$I_{\text{п}}$ А	КПД, %	$t_{\text{г}}$ ч
ДПР-32-Н5, Н8, Ф5, Ф8-02	1	4000	2,45	7,35	0,11	0,6	34	2000
ДПР-42-Н5, Н8, Ф5, Ф8-01	2,5	6000	3,9	26,6	0,21	2,2	44	1200
ДПР-52-Н5, Н8, Ф5, Ф8-01	6	6000	9,8	86,5	0,43	6,6	56	1200
ДПР-62-Н5, Н8, Ф5, Ф8-01	16	6000	25	177	0,97	14,0	64	1000
ДПР-72-Н5, Н8, Ф5, Ф8-01	25	6000	39	344	1,4	27,0	75	1000
ДПР-72-Н5-05*	27	6000	—	303,8	0,3	—	—	50

* Данные приведены для режима холостого хода.

Основные технические данные двигателей
ДПР-Н5, Н8, Ф5, Ф8 приведены в табл. 14.8.

**Условия эксплуатации двигателей
ДПР-Н5, Н8, Ф5, Ф8**

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц. 1—5000
ускорение, м/с²:
ДПР-32; ДПР-42—
52-Н5, Н8 300
ДПР-42 ÷ 52-Ф5, Ф8,
ДПР-62-Н5, Н8. 200
ДПР-62-Ф5, Ф8,
ДПР-72-Н5, Н8,
ДПР-72-Н5-05 150
ДПР-72-Ф5, Ф8. 100
Ударные нагрузки, м/с² 350
Температура окружающей сре-
ды, °С -60 ÷ +70
Относительная влажность воз-
духа при температуре 35°С,
% 98

Основные технические данные двигателей
ДПР-Н5, Н9, Ф5, Ф9 приведены в табл. 14.9.

**Условия эксплуатации двигателей
ДПР-Н5, Н9, Ф5, Ф9**

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц. 1—5000
ускорение, м/с²:
ДПР-42—52-Н5, Н9 300
ДПР-42—52-Ф5, Ф9,
ДПР-62-Н5, Н9 200
ДПР-62-Ф5, Ф9,

ДПР-72-Н5, Н9 150
ДПР-72-Ф5, Ф9 100
Ударные нагрузки, м/с² 350
Температура окружающей сре-
ды, °С -60 ÷ +70
Относительная влажность воз-
духа при температуре 35°С,
% 98

Основные технические данные двигателей
ДПР с ТИ (ТС) приведены в табл. 14.10.

**Условия эксплуатации двигателей ДПР
с таходатчиком**

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц:
ДПР-62 с ТИ-253 1—2000
ДПР-62 с ТС-217 1—3000
ДПР-7 с ТИ-293 1—600
ускорение, м/с²
ДПР-62 с ТИ-253 50
ДПР-62 с ТС-217 150
ДПР-7 с ТИ-293 50
Ударные нагрузки, м/с²:
ДПР-62 с ТИ-253 150
остальных 400
Температура окружающей среды
(верхнее значение), °С:
ДПР-7 с ТИ-293 40
остальных 70
Температура окружающей среды
(нижнее значение), °С:
ДПР-7 с ТИ-293 -5
остальных -60
Относительная влажность воздуха
при температуре 35°С, % 98

Таблица 14.9. Технические данные двигателей ДПР-Н5, Н9, Ф5, Ф9 (напряжение питания 20 В, частота вращения 6000 об/мин)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}},$ Вт	$M_{\text{ном}},$ мН·м	$M_{\text{п}},$ мН·м	$I_{\text{ном}},$ А	$I_{\text{п}},$ А	КПД, %	$t_{\text{г}},$ ч
ДПР-42-Н5, Н9, Ф5, Ф9-21	2,5	3,92	24,5	0,34	4	37	300
ДПР-52-Н5, Н9, Ф5, Ф9-21	6	9,8	63,7	0,67	11	45	300
ДПР-62-Н5, Н9, Ф5, Ф9-21	16	25,5	127,5	1,47	19	55	250
ДПР-72-Н5, Н9, Ф5, Ф9-21	25	39,2	236	2,3	31	55	200

Таблица 14.10. Технические данные двигателей ДПР с таходатчиками ТИ (ТС)

Тип двигателя	Тахо- датчик	U, В	$P_{2\text{ном}},$ Вт	$n_{\text{ном}},$ об/мин	$M_{\text{ном}},$ мН·м	$M_{\text{п}},$ мН·м	$I_{\text{ном}},$ А	КПД, %	$t_{\text{г}},$ ч	Частота сигнала таходатчика, Гц	Мас- са, кг
ДПР-62-Н9-02	ТИ-253	20	6,1	3000	19,6	108	0,6	50	3000	375 при $n =$ 300 об/мин	0,55
ДПР-62-Н9-07	ТС-217	36	6,1	3000	19,6	98	0,29	57	3000	1000 при $n =$ 3000 об/мин	0,55
ДПР-7	ТИ-293	12	3	1500	19,6	151,9	0,48	52	3000	2400 при $n =$ 1500 об/мин	0,95

Таблица 14.11. Технические данные двигателей ДПР с регулятором скорости РС

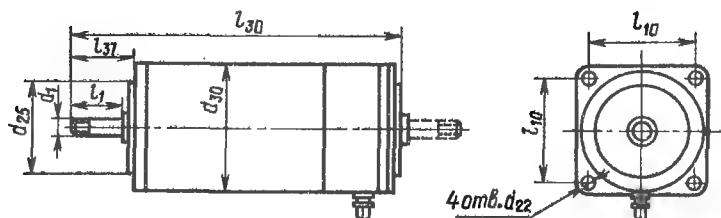
Тип двигателя	Регулятор скорости	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, мН·м	$M_{\text{п}}$, мН·м	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	t_r , °С	δn , %	Вибрационные нагрузки		Ударные нагрузки, м/с^2	Температура окружающей среды, °С	
										диапазон частот, Гц	ускорение, м/с^2		Верхнее значение	Нижнее значение
ДПР-3	РС-3-06	0,9	3000	2,94	3,92	0,35	22	750	3,5	1—2500	150	350	50	—40
ДПР-3	РС-4-08	0,9	3000	2,94	5,88	0,4	19	500	6,7	1—2000	100	150	50	—40
ДПР-32-Н6-02	РС-3-03М	1,1	6000	1,67	5,88	0,22	18	150	0,5	1—2500	150	400	40	—10
ДПР-32-Н6-03	РС-4-07	0,15	3000	0,49	1,96	0,1	6	500	2	1—2500	150	400	50	—5
ДПР-32-Н6-02	РС-3-12	1,2	6000	1,96	5,88	0,3	15	1000	0,7	1—2500	150	400	50	—50
ДПР-32-Н6-01	РС-3-13	2	9000	2,16	9,8	0,4	19	300	3	1—2500	150	400	50	—50
ДПР-32-Н6-02*	РС-0-08	1,2	6000	1,96	5,88	0,25	18	1000	—	1—2500	150	400	50	—50
ДПР-42-Н6-03	РС-5-10	1,5	30000	4,9	13,72	0,25	22	2000	3	1—5000	120	400	50	—50
ДПР-52-Н6-03	РС-5-11	3	3000	9,8	34,2	0,35	32	2000	3	1—5000	120	400	50	—50

* Стабильность частоты вращения определяется стабильностью частоты синхронизации.

Примечания: 1. Напряжение питания двигателей ДПР-3 12 В, остальных — 27 В.

2. Относительная влажность воздуха 98 % при температуре 35 °С.

Таблица 14.12. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДПР, кроме ДПР с ТИ(ТС) и ДПР с РС

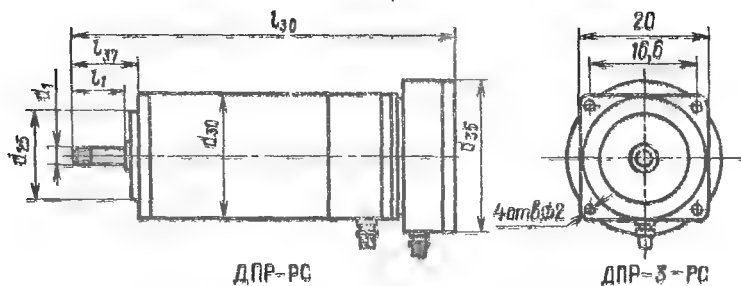


Тип двигателя	d_{30}	d_{25}	d_1	d_{22}	l_{30}	l_{37}	l_1	l_{10}	Мас- са, кг
ДПР-2-Н1, Н2, Ф1, Ф2	15	12	M2 × 0,25	1,6	45,6	8,0	7,0	12,4	0,036
ДПР-32-Н1, Н2, Ф1, Ф2	20	15	M3 × 0,35	2	56	8,5	7,5	16,6	0,08
ДПР-32-Н5, Н8, Ф5, Ф8					57				0,09
ДПР-42-Н1, Н2, Ф1, Ф2	25	17		2,4	66	10,5	9	21	0,15
ДПР-42-Н4, Н7, Ф4, Ф7					73				0,18
ДПР-42-Н5, Н8, Ф5, Ф8					69				0,17
ДПР-42-Н5, Н9, Ф5, Ф9					69				0,17

Продолжение табл. 14.12

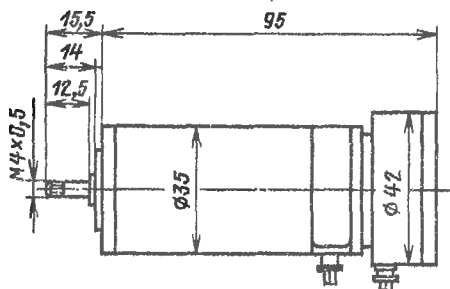
Тип двигателя	d_{30}	d_{25}	d_1	d_{22}	l_{30}	l_{37}	l_1	l_{10}	Мас- са, кг	
ДПР-52-Н1, Н2, Ф1, Ф2	30	22	$M4 \times 0,35$	2,9	77,7	12	10,5	25	0,26	
ДПР-52-Н4, Н7, Ф4, Ф7					84,5				0,29	
ДПР-52-Н5, Н8, Ф5, Ф8					80,5				0,285	
ДПР-52-Н5, Н9, Ф5, Ф9					80,5				0,285	
ДПР-62-Н1, Н2, Ф1, Ф2	35		$M4 \times 0,5$	3,4	89,7	14	12,5	29,6	0,41	
ДПР-62-Н4, Н7, Ф4, Ф7					96,5				0,45	
ДПР-62-Н5, Н8, Ф5, Ф8					$M4 \times 0,35$				91,5	0,44
ДПР-62-Н5, Н9, Ф5, Ф9									91,5	0,44
ДПР-72, Н1, Н2, Ф1, Ф2	40	$M4 \times 0,5$	3,9	104,7	16	14,5	33,6	0,6		
ДПР-72-Н4, Н7, Ф4, Ф7				107,5				0,66		
ДПР-72-Н5, Н8, Ф5, Ф8				$M4 \times 0,35$				103,5	0,64	
ДПР-72-Н5, Н9, Ф5, Ф9								103,5	0,64	

Таблица 14.13. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДПР с РС



Тип двигателя	Регулятор скорости	d_{30}	d_{35}	d_{25}	d_1	l_{30}	l_{37}	l_1	Размеры регулятора скорости $h \times b \times l$	Масса, кг	
										двигателя	регулятора
ДПР-3	РС-3-06	20	25	15	M3 × 0,35	70,5	10	7,5	32 × 59 × 80	0,11	0,26
ДПР-3	РС-4-08								19 × 40 × 50		0,06
ДПР-32-Н6-02	РС-3-03М								57 × 69 × 99		0,34
ДПР-32-Н6-03	РС-4-07								32 × 59 × 80		0,3
ДПР-32-Н6-02	РС-3-12								36 × 47 × 72		0,2
ДПР-32-Н6-01	РС-3-13								31 × 31 × 55,5		0,08
ДПР-32-Н6-02	РС-0-08								32 × 49 × 78		0,19
ДПР-42-Н6-03	РС-5-10	25	30	17	M4 × 0,5				27 × 39 × 71	0,18	0,1
ДПР-52-Н6-03	РС-5-11	30							26 × 42 × 74	0,31	0,11

ДПР-62 с ТИ(ТС)



ДПР-7 с ТИ

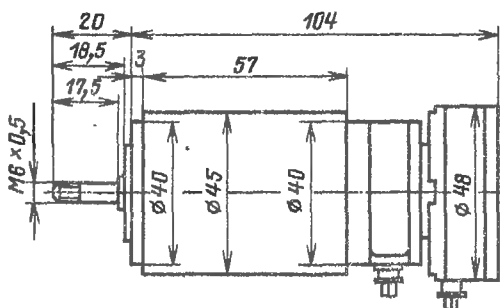


Рис. 14.9. Габаритные и установочные размеры двигателей ДПР-62 с ТИ (ТС) и ДПР-7 с ТИ

Основные технические данные двигателей ДПР с регулятором скорости РС приведены в табл. 14.11, габаритные и установочные размеры и масса двигателей ДПР и ДПР с РС — в табл. 14.12, 14.13, а двигателей ДПР с ТИ (ТС) — на рис. 14.9.

14.1.4. Двигатели ДП исполнения Р09

Двигатели ДП исполнения Р09 выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Конструктив-

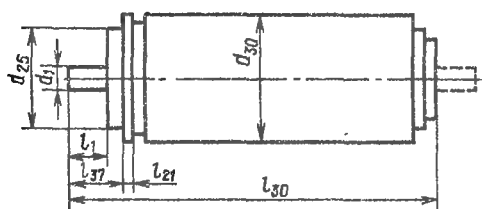
но двигатели могут изготавливаться с одним или двумя выходными концами вала (размеры кондов вала одинаковые). Двигатели предназначены для работы при обоих направлениях вращения. Крепление двигателя – торцевое. Режим работы двигателя: ДП32-10-10-12-Р09, ДП32-10-10-27-Р09, ДП40-16-6-12-Р09, ДП40-16-6-27-Р09 – S3, ПВ = 40% по ГОСТ 183-74; ДП40-25-10-27-Р09 – S3, ПВ = 25% по ГОСТ 183-74; остальных – продолжительный.

Основные технические данные двигателя

Таблица 14.14. Технические данные двигателей ДП исполнения Р09

Тип двигателя	U, В	P _{2НОМ} , Вт	n _{НОМ} , об/мин	M _{НОМ} , кН·м	M ₁₀ , кН·м	I _{НОМ} , А	КПД, %	t _г , ч
ДП20-0,6-4-6-Р09	6	0,6	4000	1,47	4,16	0,27	36	1000
ДП20-0,6-4-6-Р09	6	1	6000	1,56	5,45	0,42	38,5	500
ДП20-1,6-10-6-Р09	6	1,6	10000	1,56	8,52	0,63	41,5	250
ДП20-0,6-4-12-Р09	12	0,6	4000	1,47	3,23	0,15	32	1000
ДП20-1-6-12-Р09	12	1	6000	1,56	5,45	0,215	38,5	500
ДП20-1,6-10-12-Р09	12	1,6	10000	1,56	8,13	0,32	42	250
ДП20-1-6-27-Р09	27	1,0	6000	1,56	4,9	0,1	36,5	500
ДП20-1,6-10-27-Р09	27	1,6	10000	1,56	8,33	0,147	41	250
ДП25-1,6-3-12-Р09	12	1,6	3000	5,09	11,27	0,3	45	800
ДП25-2,5-6-12-Р09	12	2,5	6000	3,92	19,1	0,4	52	400
ДП25-4-10-12-Р09	12	4	10000	3,82	26,46	0,63	53	200
ДП25-1,6-3-27-Р09	27	1,6	3000	5,09	10,78	0,14	42,5	1000
ДП25-2,5-6-27-Р09	27	2,5	6000	3,92	21,56	0,17	53	500
ДП25-4-10-27-Р09	27	4	10000	3,82	25,97	0,28	52	250
ДП32-4-3-12-Р09	12	4	3000	12,74	36,26	0,62	56,5	400
ДП32-6-6-12-Р09	12	6	6000	9,8	52,92	0,84	61,5	200
ДП32-10-10-12-Р09	12	10	10000	9,8	70,56	1,33	63	100
ДП32-4-3-27-Р09	27	4	3000	12,74	32,34	0,29	53	600
ДП32-6-6-27-Р09	27	6	6000	9,8	52,92	0,37	61	300
ДП32-10-10-27-Р09	27	10	10000	9,8	73,5	0,61	62,5	150
ДП40-10-3-12-Р09	12	10	3000	31,85	84,28	1,4	61	200
ДП40-16-6-12-Р09	12	16	6000	25,48	117,6	2,0	67	100
ДП40-10-3-27-Р09	27	10	3000	31,85	80,36	0,64	58,5	400
ДП40-16-6-27-Р09	27	16	6000	25,48	117,6	0,9	66,5	200
ДП40-25-10-27-Р09	27	25	10000	24,01	161,7	1,36	69	100

Таблица 14.15. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДП исполнения Р09



Тип двигателя	d_{30}	d_{25}	d_1	l_1	l_{21}	l_{30}	l_{37}	Масса, кг
ДП20...-Р09	20	18	3	10	1,6	71,6	11,6	0,06
ДП25...-Р09	25	20	3	10	1,6	79,6	11,6	0,103
ДП32...-Р09	32	25	4	12	2	94	14	0,195
ДП40...-Р09	40	32	4	12	2	99	14	0,325

лей ДП исполнения Р09 приведены в табл. 14.14.

Условия эксплуатации двигателей ДП исполнения Р09

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	1—200
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	150
Температура окружающей среды, °С	—50 ÷ +60
Относительная влажность воздуха при температуре 25°С, %	98

Габаритные и установочные размеры и масса двигателей ДП исполнения Р09 приведены в табл. 14.15.

14.1.5. Двигатели ДП исполнения Р11

Двигатели ДП исполнения Р11 выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с полым бескаркасным якорем. Конструктивно двигатели могут изготавливаться с одним или двумя выходными концами вала (размеры концов вала одинаковы). Двигатели предназначены для работы при обоих направлениях вращения. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные двигателей ДП исполнения Р11 приведены в табл. 14.16.

Габаритные и установочные размеры и масса двигателей ДП исполнения Р11 приведены в табл. 14.17.

Условия эксплуатации двигателей ДП исполнения Р11

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—200
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	150
Температура окружающей среды, °С	—50 ÷ +60
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98

14.1.6. Двигатели ДП

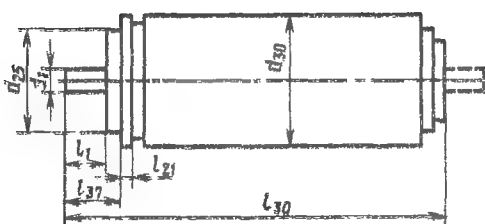
Двигатели ДП выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Двигатели конструктивно изготавливаются двух модификаций — со стабилизацией частоты вращения и без стабилизации. Для стабилизации частоты вращения используется встроенный центробежный контактный регулятор частоты вращения. В условном обозначении двигателей со стабилизацией частоты вращения указываются буквы ЦР. Крепление двигателей ДП-1-13, ДП-1-26, ДП-1...ЦР, ДП-2Д-26ЦР — фланцевое, остальных — торцевое. Режим работы — продолжительный. Напряжение питания ДП-1-13 — 13,5 В, остальных типов — 27 В.

Основные технические данные двигателей ДП приведены в табл. 14.18, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.10.

Таблица 14.16. Технические данные двигателей ДП исполнения Р11

Тип двигателя	U, В	P _{2 ном} , Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , мН·м	M _п , мН·м	I _{ном} , А	КПД, %	t _г , ч
ДП20-1-4-12-Р11	12	1	4000	2,45	8,53	0,18	48,5	2000
ДП20-1,6-6-12-Р11	12	1,6	6000	2,45	10,78	0,255	52	1000
ДП20-1,6-6-27-Р11	27	1,6	6000	2,45	9,8	0,12	50	1000
ДП25-2,5-4-12-Р11	12	2,5	4000	5,88	24,99	0,37	57,5	3000
ДП25-4-6-12-Р11	12	4	6000	6,37	30,87	0,57	59	1000
ДП25-2,5-4-27-Р11	27	2,5	4000	5,88	22,54	0,165	55,5	3000
ДП25-4-6-27-Р11	27	4	6000	6,37	35,28	0,255	61	1000
ДП32-6-3-12-Р11	12	6	3000	19,1	58,8	0,91	56	2000
ДП32-10-6-12-Р11	12	10	6000	15,68	107,8	1,28	68	1000
ДП32-6-3-27-Р11	27	6	3000	19,1	60	0,4	60	2000
ДП32-10-6-27-Р11	27	10	6000	15,68	107,8	0,54	69	1000
ДП40-16-3-12-Р11	12	16	3000	50,96	196	2,04	66,5	1000
ДП40-25-6-12-Р11	12	25	6000	39,2	225,4	2,82	74,5	600
ДП40-16-3-27-Р11	27	16	3000	50,96	196	0,92	64,5	1500
ДП40-25-6-27-Р11	27	25	6000	39,2	259,7	1,24	74	800

Таблица 14.17. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДП исполнения Р11



Тип двигателя	d ₃₀	d ₂₅	d ₁	l ₁	l ₂₁	l ₃₀	l ₃₇	Масса, кг
ДП20...-Р11	20	18	3	10	1,6	75,6	11,6	0,08
ДП25...-Р11	25	20	3	10	1,6	85,6	11,6	0,15
ДП32...-Р11	32	25	4	12	2	106	14	0,306
ДП40...-Р11	40	32	4	12	2	118	14	0,575

Условия эксплуатации двигателей ДП

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 20—200

ускорение, м/с²:

ДП-1-13 25

ДП-1Р-26ЦР-2К 35

ДП-2Д-26ЦР 50

остальных типов 40

Ударные нагрузки, м/с²:

ДП-1...ЦР 60

ДП-2-26, ДП-2Д-26ЦР 50

остальных типов 40

Температура окружающей среды, °С:

верхнее значение:

ДП-2Д-26ЦР 80

остальных типов 70

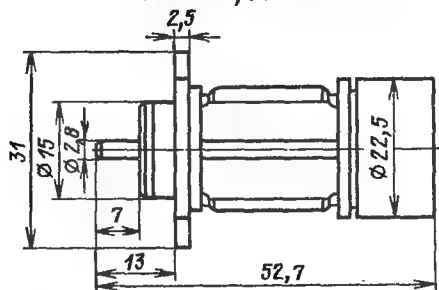
нижнее значение -60

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, % 98

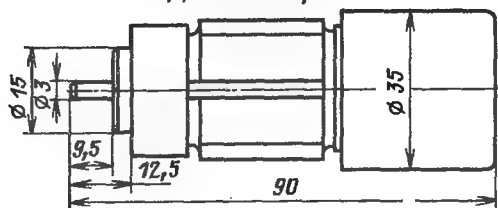
Таблица 14.18. Технические данные двигателей ДП

Тип двигателя	P _{2 ном} , Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , мН·м	I _{ном} , А	КПД, %	t _г , ч	δn, %	Направление вращения	Масса, кг
ДП-1-13	1,6	5200	2,94	0,6	20	100	—	Правое и левое	0,055
ДП-1-26	1,44	7000	1,96	0,25	23	100	—		0,055
ДП-2-26А	11,7	3800	29,4	1,2	36	100	—		0,3
ДП-1-26ЦР-2М	1,44	7000	1,96	0,3	18	55	4		0,065
ДП-1П-26ЦР-2М	1,44	7000	1,96	0,3	18	55	4	Правое	0,065
ДП-1Р-26ЦР-2К	0,87	8500	0,98	0,3	11	60	5	Правое и левое	0,065
ДП-2А-26ЦР	4,6	6000	7,35	0,75	23	50	2,5	Левое	0,18
ДП-2Д-26ЦР	3,3	5400	5,88	0,75	20	400	2,5		0,19
ДП-3-26ЦР	8,3	5400	14,7	1,1	40	100	2,7		0,18

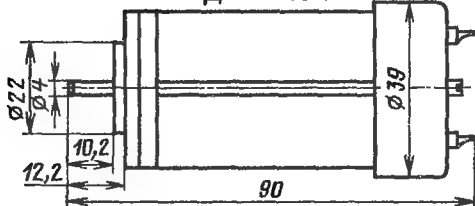
ДП-1-13, ДП-1-26



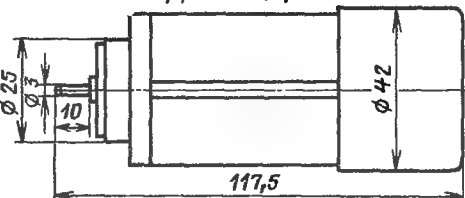
ДП-2А-26ЦР



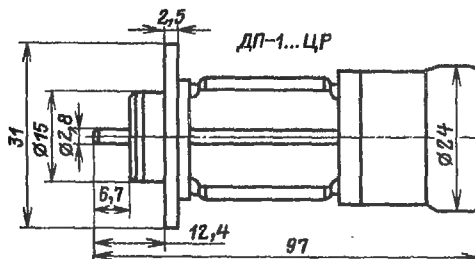
ДП-2-26А



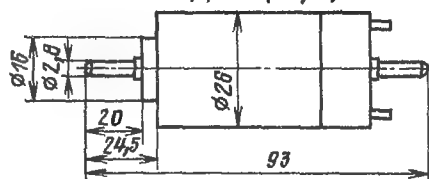
ДП-3-26ЦР



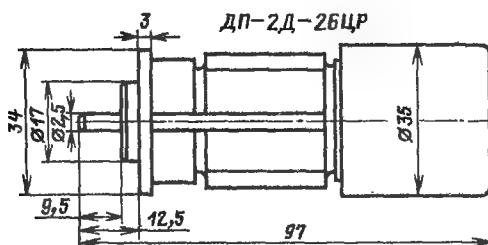
ДП-1...ЦР



ДП-31(32,33)



ДП-2Д-26ЦР



ДП-11(12,13)

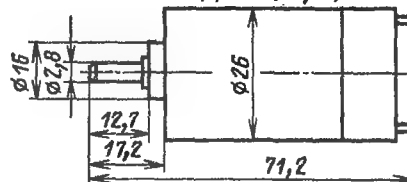


Рис. 14.10. Габаритные и установочные размеры двигателей ДП-1-13, ДП-1-26, ДП-2-26А, ДП-1...ЦР, ДП-2Д-26ЦР, ДП-2А-26ЦР, ДП-3-26ЦР, ДП-31(32, 33), ДП-11(12, 13)

14.1.7. Двигатели ДП-11 (12, 13), ДП-31 (32, 33)

Двигатели ДП-11 (12, 13), ДП-31 (32, 33) выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Двигатели ДП-11 (12, 13) имеют параметры, аналогичные двигателям ДП-31 (32, 33), и отли-

чаются от них конструктивным исполнением. Режим работы — продолжительный. Напряжение питания 27 В, вращающий момент 4,9 мН·м, масса 0,11 кг.

Основные технические данные двигателей ДП-11 (12, 13), ДП-31 (32, 33) приведены в табл. 14.19, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.10.

Таблица 14.19. Технические данные двигателей ДП-11 (12, 13), ДП-31 (32, 33)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %
ДП-11 (31)	4	7500	0,4	37
ДП-12 (32)	6	11500	0,5	44
ДП-13 (33)	7	14000	0,65	40

Условия эксплуатации двигателей ДП-11 (12, 13), ДП-31 (32, 33)

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 10—80

ускорение, м/с^2 . . . 40

Температура окружающей среды, °С

—60 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %

98

Гарантийная наработка, ч.

300

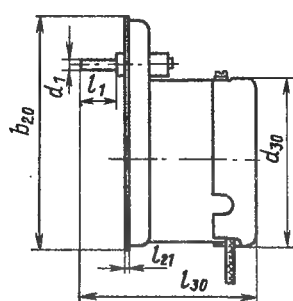
14.1.8. Двигатели МКМ, МСВ, МЧМ, ДМР

Двигатели МКМ, МСВ, МЧМ, ДМР выполняются возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем и встроенным редуктором. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы двигателей МКМ, МЧМ, ДМР — продолжительный, МСВ — повторно-кратковременный — правое вращение 25 с, перерыв 2 с, левое вращение 85 с, перерыв 2 с (1 цикл). Основные технические данные двигателей МКМ, МСВ, МЧМ, ДМР приведены в табл. 14.20, а габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.21.

Таблица 14.20. Технические данные двигателей МКМ, МСВ, МЧМ, ДМР

Тип двигателя	U , В	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	t_r , ч
МКМ	6	0,01	10	0,98	0,09	2	360
МСВ	6	0,005	5	0,98	0,09	1	750*
МЧМ	6	0,01	2	4,9	0,2	0,8	360
ДМР-0,06-2	12	0,06	2	29,4	0,12	4	30

Таблица 14.21. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей МКМ, МСВ, МЧМ, ДМР



Тип двигателя	d_{30}	d_1	l_{30}	l_1	l_{21}	b_{20}	Масса, кг
МКМ, МСВ	47	3	48	9,5	1	62	0,19
МЧМ	47	3	74	9,5	1	62	0,19
ДМР-0,06-2	48,5	3	50	8,1	1,5	62,5	0,2

Условия эксплуатации двигателей МКМ, МСВ, МЧМ, ДМР

Вибрационные нагрузки двигателя

ДМР-0,06-2:

диапазон частот, Гц 5—2000

ускорение, м/с^2 50

Ударные нагрузки двигателя

ДМР-0,06-2, м/с^2 250

Температура окружающей среды, °С:

верхнее значение:

ДМР-0,06-2 100

остальных типов 40

нижнее значение:

МКМ, ДМР-0,06-2 —60

остальных типов —30

Относительная влажность воздуха, %:

ДМР-0,06-2 при температуре

35°С 98

остальных при температуре

20°С 98

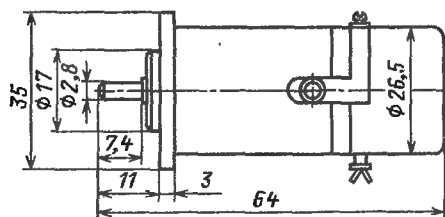
14.1.9. Двигатели ДМ

Двигатели ДМ выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Напряжение питания 27 В.

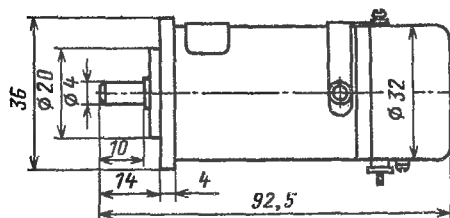
Основные технические данные двигателей ДМ приведены в табл. 14.22, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.11.

* Циклов.

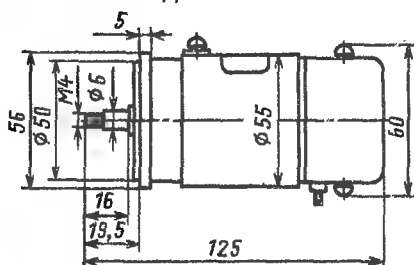
ДМ-1,6-8А



ДМ-10-6А



ДМ-25-6А



ДМ-40-6А

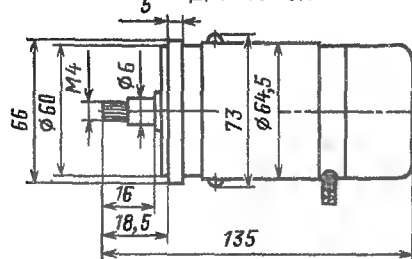


Рис. 14.11. Габаритные и установочные размеры двигателей ДМ-1,6-8А, ДМ-10-6А, ДМ-25-6А, ДМ-40-6А

Условия эксплуатации двигателей ДМ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ДМ-1,6-8А,	ДМ-10-6А	10—1000
ДМ-25-6А,	ДМ-40-6А	1—300

ускорение, м/с²:

ДМ-1,6-8А,	ДМ-10-6А	75
ДМ-25-6А,	ДМ-40-6А	50

Ударные нагрузки, м/с²:

ДМ-1,6-8А,	ДМ-10-6А	350
ДМ-25-6А		120
ДМ-40-6А		150

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +85

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Таблица 14.22. Технические данные двигателей ДМ

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·м	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	t_r , ч	Масса, кг
ДМ-1,6-8А	1,6	8000	1,96	0,3	20	800	0,1
ДМ-10-6А	10	6000	15,6	1,5	25	1500	0,3
ДМ-25-6А	25	6000	39,7	1,6	65	1000	0,85
ДМ-40-6А	40	6000	63,7	2,7	67	1000	1,35

14.1.10. Двигатели Д-60Б(В, Г), Д-61А

Двигатели Д-60Б(В, Г), Д-61А выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Масса 0,115 кг.

Основные технические данные двигателей Д-60Б(В, Г), Д-61А приведены в табл. 14.23, а габаритные и установочные размеры — на рис. 14.12, а.

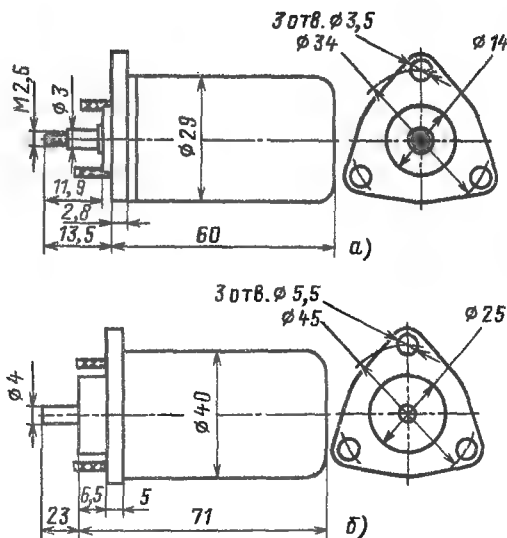


Рис. 14.12. Габаритные и установочные размеры двигателей Д-60Б(В, Г), Д-61А (а) и Д-52 (В, Д, Е), Д-82, Д-106, Д-118 (б)

Таблица 14.23. Технические данные двигателей Д-60Б (В, Г), Д-61А

Тип двигателя	U, В	P _{2ном} , Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , Н·м	I _{ном} , А	КПД, %	t _г , ч
Д-60Б	28				0,125	27	100
Д-60В	28	1	3300	2,94	0,125	27	500
Д-60Г	28				0,125	27	1000
Д-61А	15				0,17	39	750

Условия эксплуатации двигателей Д-60Б (В, Г), Д-61А

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

Д-60Б (Г) 10—2500

Д-61А, Д-60В 20—1500

ускорение, м/с²:

Д-60Б (Г) 100

Д-61А, Д-60В 100

Температура окружающей среды, °С

—50 ÷ +60

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %

98

14.1.11. Двигатели Д-52 (В, Д, Е), Д-82, Д-106, Д-118

Двигатели Д-52 (В, Д, Е), Д-82, Д-106, Д-118 выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Масса 0,265 кг.

Основные технические данные двигателей Д-52 (В, Д, Е), Д-82, Д-106, Д-118 приведены в табл. 14.24, а габаритные и установочные размеры — на рис. 14.12, б.

Условия эксплуатации двигателей Д-52 (В, Д, Е), Д-82, Д-106, Д-118

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

Д-52(В) 10—600

Д-52Д 10—2500

Д-52Е, Д-82 5—2000

Д-106 3—2000

Д-118 20—5000

ускорение, м/с²:

Д-52(В) 400

Д-52Д 360

Д-52Е, Д-82 400

Д-106 150

Д-118 300

Температура окружающей среды, °С:

верхнее значение:

Д-52Е 70

остальных типов 50

нижнее значение:

Д-106 —40

Д-52Д —60

остальных типов —50

Относительная влажность воздуха, %:

Д-106 при температуре 40 °С: 98

остальных типов при температуре 20 °С 98

Таблица 14.24. Технические данные двигателей Д-52 (В, Д, Е), Д-82, Д-106, Д-118

Тип двигателя	U, В	P _{2ном} , Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , Н·см	I _{ном} , А	КПД, %	t _г , ч
Д-52	28	4	2600	1,47	0,35	41	100
Д-52В	28	4	2600	1,47	0,45	32	25
Д-52Д	28	4	2600	1,47	0,35	41	100
Д-52Е	28	4	2600	1,47	0,35	41	50
Д-82	28	8,6	4200	1,96	0,7	44	50
Д-106	27	4,1	5000	0,78	0,34	45	2500
Д-118	27	5	2200	2,25	0,45	41	150

14.1.12. Двигатель Д-72

Двигатель Д-72 выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя Д-72

Напряжение питания, В	27
Полезная мощность, Вт	8,6
Частота вращения, об/мин	2100
Вращающий момент, Н·см	3,92
Потребляемый ток, А	0,6
КПД, %	51
Масса, кг	0,525

Условия эксплуатации двигателя Д-72

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 10—2500

ускорение, м/с² 100

Температура окружающей среды, °С

—10 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %

98

Гарантийная наработка, ч 1000

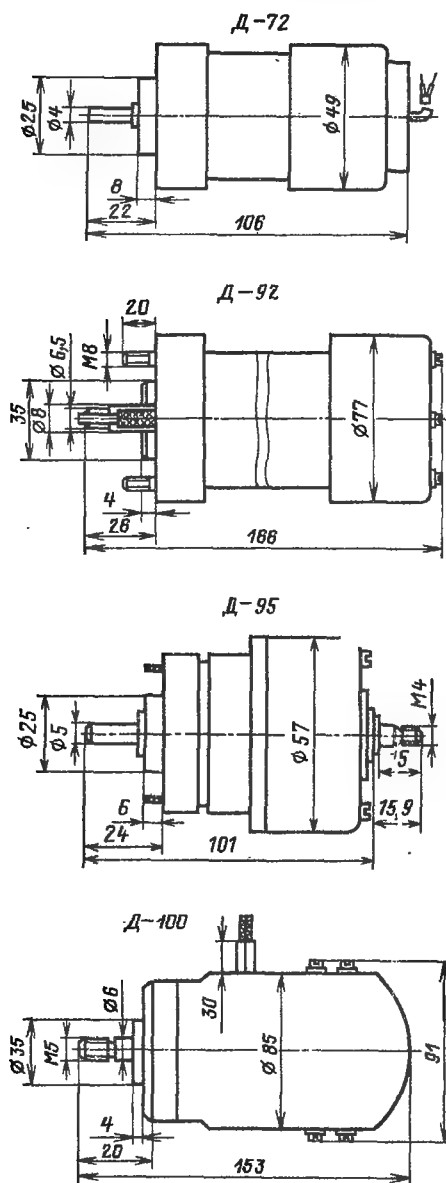


Рис. 14.13. Габаритные и установочные размеры двигателей Д-72, Д-92, Д-95, Д-100

Габаритные и установочные размеры двигателя Д-72 приведены на рис. 14.13.

14.1.13. Двигатель Д-92

Двигатель Д-92 выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

жим работы — повторно-кратковременный: 20 с при $M = 12,7$ Н·см, 30 с при $M = 7,84$ Н·см в течение 90 мин, затем перерыв 15 мин.

Технические данные двигателя Д-92

Напряжение питания, В	28
Полезная мощность, Вт	66,8
Частота вращения, об/мин	5000
Вращающий момент, Н·см	12,7
Потребляемый ток, А	5
КПД, %	48
Масса, кг	1,7

Условия эксплуатации двигателя Д-92

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—4000
ускорение, m/s^2	400
Температура окружающей среды, °C	-50 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20°C, %	98
Гарантийная наработка, ч	25

Габаритные и установочные размеры двигателя Д-92 приведены на рис. 14.13.

14.1.14. Двигатель Д-95

Двигатель Д-95 выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя Д-95

Напряжение питания, В	27
Полезная мощность, Вт	0,67
Частота вращения, об/мин	870
Вращающий момент, Н·см	0,73
Потребляемый ток, А	0,1
КПД, %	25
Масса, кг	0,55

Условия эксплуатации двигателя Д-95

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	3—2000
ускорение, m/s^2	120
Температура окружающей среды, °C	-50 ÷ +50
Гарантийная наработка, ч	7500

Габаритные и установочные размеры двигателя Д-95 приведены на рис. 14.13.

14.1.15. Двигатель Д-100

Двигатель Д-100 выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя Д-100

Напряжение питания, В	26
Полезная мощность, Вт	56
Частота вращения, об/мин	5200
Вращающий момент, Н·см	10,2
Потребляемый ток, А	4,4
КПД, %	54
Масса, кг	1,71

Условия эксплуатации двигателя Д-100

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	2—2000
ускорение, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	−50 ÷ +50
Гарантийная наработка, ч	620

Габаритные и установочные размеры двигателя Д-100 приведены на рис. 14.13.

14.1.16. Двигатель Д-101

Двигатель Д-101 выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — кратковременный — 20 мин при $M = 4,9$ Н·см с перегрузкой до $M = 9,8$ Н·см в течение 3 мин с последующим охлаждением до температуры окружающей среды.

Габаритные и установочные размеры двигателя Д-101 приведены на рис. 14.14.

Технические данные двигателя Д-101

Напряжение питания, В	27
Полезная мощность, Вт	21
Частота вращения, об/мин	4000
Вращающий момент, Н·см	4,9
Потребляемый ток, А	1,45
КПД, %	54
Масса, кг	0,65

Условия эксплуатации двигателя Д-101

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	3—2500
ускорение, м/с ²	120

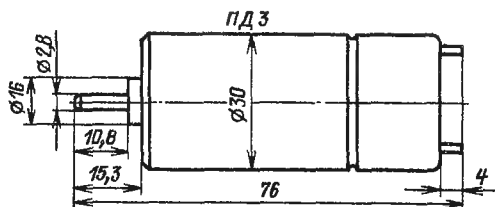
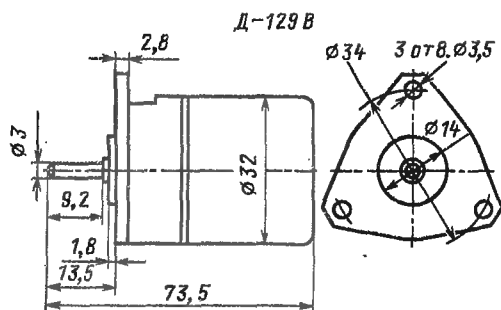
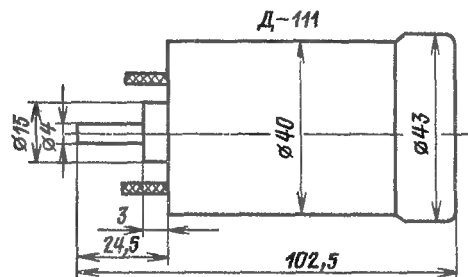
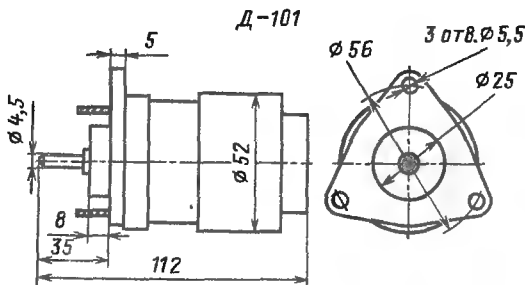


Рис. 14.14. Габаритные и установочные размеры двигателей Д-101, Д-111, Д-129В, ПДЗ

Температура окружающей среды, °С	−50 ÷ +50
--	-----------

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	40

14.1.17. Двигатель Д-111

Двигатель Д-111 выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя Д-111

Напряжение питания, В	27
Полезная мощность, Вт	8,7
Частота вращения, об/мин	6500
Вращающий момент, Н·см	1,27
Потребляемый ток, А	0,7
КПД, %	46
Масса, кг	0,29

Условия эксплуатации двигателя Д-111

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2500
ускорение, м/с ²	80
Температура окружающей среды, °С	−50 ÷ +50
Гарантийная наработка, ч	100

Габаритные и установочные размеры двигателя Д-111 приведены на рис. 14.14.

14.1.18. Двигатель Д-129В

Двигатель Д-129В выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя Д-129В

Напряжение питания, В	27
Полезная мощность, Вт	1
Частота вращения, об/мин	4000
Вращающий момент, Н·см	0,24
Потребляемый ток, А	0,125
КПД, %	30
Масса, кг	0,18

Условия эксплуатации Д-129В

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—3000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	−50 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	120

Габаритные и установочные размеры двигателя Д-129В приведены на рис. 14.14.

14.1.19. Двигатели серии ПДЗ

Электродвигатели ПДЗ выполняются с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — за корпус. Режим работы — продолжительный с реверсом через каждые 4 с. Напряжение питания 27 В.

Основные технические данные двигателей серии ПДЗ приведены в табл. 14.25, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.14.

Таблица 14.25. Технические данные двигателей ПДЗ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	Масса, кг
ПДЗ-1,7	1,07	3500	0,29	0,15	26	0,14
ПДЗ-3	2,77	4500	0,59	0,3	34	
ПДЗ-5	4,3	6000	0,68	0,45	35	
ПДЗ-8	7,4	9000	0,78	0,7	39	

Условия эксплуатации двигателей ПДЗ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—80
ускорение, м/с ²	40
Ударные нагрузки, м/с ²	40
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	30

14.1.20. Двигатель ДТР-4-Ф1-03

Двигатель ДТР-4-Ф1-03 — безредукторный тихоходный с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя ДТР-4-Ф1-03

Напряжение питания, В	12
Полезная мощность, Вт	1
Частота вращения, об/мин	200
Вращающий момент, Н·см	4,8
Начальный пусковой момент, Н·см	17,6
Потребляемый ток, А	0,15
КПД, %	55
Масса, кг	2,6

при температуре 40 °С, % . . . 98

14.1.22. Двигатель ДМП-1

Двигатель ДМП-1 — тихоходный безредукторный с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры двигателя ДМП-1 приведены на рис. 14.15.

Технические данные двигателя ДМП-1

Напряжение питания, В	17; 27
Частота вращения на холостом ходу, об/мин	120; 190
Потребляемый ток на холостом ходу, А	0,08
Начальный пусковой момент, Н·м, 0,49, 0,79	
КПД при $U = 17$ В, $M = 0,14$ Н·м	
и $n = 95$ об/мин, %	57
Масса, кг	5

Условия эксплуатации двигателя ДМП-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—3000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	-5 ÷ +40

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

14.1.23. Двигатель ПЯ-250

Двигатель ПЯ-250 выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с дисковым печатным якорем. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры двигателя ПЯ-250 приведены на рис. 14.15.

Технические данные двигателя ПЯ-250

Напряжение питания, В	36
Полезная мощность, Вт	250
Частота вращения, об/мин	3000
Вращающий момент, Н·м	0,8
Начальный пусковой момент, Н·м	4
Потребляемый ток, А	10
КПД, %	70
Масса, кг	7,2

Условия эксплуатации двигателя ПЯ-250

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	-40 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	1000

14.1.24. Двигатель Д-250-8

Двигатель Д-250-8 выполняется с возбуждением от постоянных магнитов, с пазовым якорем. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателя Д-250-8

Напряжение питания, В	27
Полезная мощность, Вт	250
Частота вращения, об/мин	8000
Вращающий момент, Н·см	29,4
Потребляемый ток, А	15
КПД, %	62
Масса, кг	3,6

Условия эксплуатации двигателя Д-250-8

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—1000
ускорение, м/с ²	75
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	500

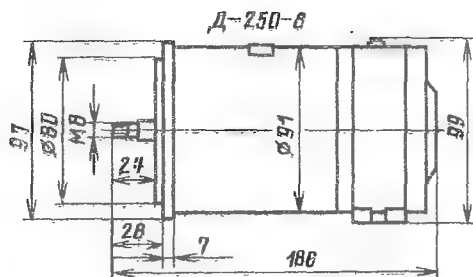


Рис. 14.16. Габаритные и установочные размеры двигателя Д-250-8

Габаритные и установочные размеры двигателя Д-250-8 приведены на рис. 14.16.

14.1.25. Двигатели СЛ

Двигатели СЛ выполняются с электромагнитным возбуждением. Двигатели условно подразделяются на пять габаритов — 100, 200, 300, 500 и 600.

Двигатели конструктивно изготавливаются двух модификаций — со стабилизацией частоты вращения и без стабилизации. Для стабилизации частоты вращения используется встроенный центробежный контактный регулятор, обеспечивающий точность стабилизации в пределах $\pm 0,5\%$.

По виду возбуждения двигатели делятся на двигатели с параллельным, последовательным и независимым возбуждением. Двигатели со стабилизацией частоты вращения имеют параллельное возбуждение.

В зависимости от условий применения двигатели имеют три исполнения — нормальное, тропическое и нагревостойкое. Для тропического и нагревостойкого исполнений в конце условного обозначения соответственно указываются буквы ТВ и Н. В условном обозначении двигателей со стабилизацией частоты вращения цифровое обозначение заканчивается на 0, за исключением двигателей СЛ-240С и СЛ-570С. Крепление двигателя — за корпус.

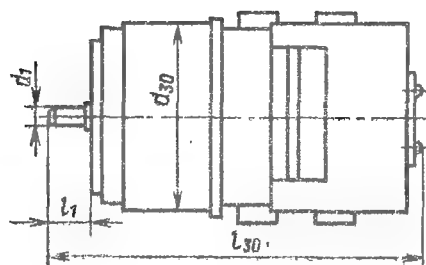
Таблица 14.26. Технические данные двигателей СЛ без стабилизации частоты вращения

Тип двигателя	U, В	P _{2 ном} , Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , Н·см	I _{ном} , А	КПД, %	t _г , ч	Вид возбуждения
СЛ-121	110	5	3500—5500	1,37	0,3	15	1500	Параллельное
СЛ-161	110	7,5	3500—5500	2,07	0,25	27	1500	»
СЛ-163	110	8,3	3500—5500	2,25	0,27	28	1500	Последовательное
СЛ-221, 221А, 221ТВ	110	13	3600—4600	3,43	0,35	33	2000	»
СЛ-261, 261У	110	24	3600—4800	6,37	0,53	41	2000	Параллельное
СЛ-261ТВ, 261Н	110	24	3600—5200	6,37	0,55	41	2000	»
СЛ-263	110	24	3600—4700	6,37	0,47	24	2000	Независимое, при U _в = 55 В
СЛ-267, 267В, 267ТВ, 267ВТВ	110	27	3800—4700	6,37	0,9	27	2000	Параллельное
СЛ-281, 281ТВ, 281Н	24	26	5200—6600	4,9	2,55	43	2000	»
СЛ-240С, 240СТВ	24	17,5	3400—4000	4,9	1,9	38	2000	»
СЛ-321, 321ТВ	110	38	3000—4100	12,2	0,75	46	2000	»
СЛ-327	110	29,5	3200—4100	8,8	0,9	29	2000	»
СЛ-329, 329ТВ	24	23,5	2300—3300	9,8	2,5	39	2000	»
СЛ-361, 361ТВ	110	50	3000—3600	15,7	0,85	53	2000	»
СЛ-365	110	56	3240—4260	16,7	1,4	22	2000	Независимое
СЛ-367, 367ТВ	110	32	2500—3300	12,2	1	29	2000	Параллельное
СЛ-369, 369А, 369ТВ	110	55	3600—4200	14,7	0,9	55	2000	»
СЛ-369М	24	55	3000—3900	17,6	5	45	2000	»
СЛ-369Б	220	43,5	3550—4050	11,8	0,4	49	2000	»
СЛ-369Н	110	55	3600—4200	14,7	1	50	2000	»
СЛ-521	110	77	3000—3700	24,5	1,2	58	2000	»
СЛ-521К	110	20	1000—1200	19,6	1,5	36	2000	»
СЛ-523	110	74	3000—3800	23,5	1,15	58	2000	Последовательное
СЛ-525	110	78	3800—4400	19,6	1,2	59	2000	»
СЛ-525А	24	28,5	2800—3400	9,8	3,0	40	2000	»
СЛ-563	110	110	3800—4400	27,4	1,5	67	2000	»
СЛ-569	110	160	3300—4000	46,5	2,2	66	2000	Параллельное
СЛ-569К	110	36	850—1050	41,2	0,8	41	2000	»
СЛ-570С	24	180	Не менее 3500	49	11,5	65	2000	»
СЛ-571К	24	95	Не менее 2000	41,2	7	57	2000	Параллельное
СЛ-621	110	172	2400—2700	68,6	2,3	68	2000	»
СЛ-661	110	230	2400—2750	90,6	2,9	72	2000	»
СЛ-661Р	220	200	2900—3200	68,6	1,45	63	2000	»

Таблица 14.27. Технические данные двигателей СЛ со стабилизацией частоты вращения

Тип двигателя	U , В	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	t_r , ч
СЛ-220	110	3,6	3500	0,98	0,28	11	2000
СЛ-240, 240ТВ	22	18,5	4500	3,92	2,5	33	2000
СЛ-320, 320ТВ	110	18,5	4500	3,92	0,5	34	2000
СЛ-340, 340ТВ	22	16,5	4000	3,92	2,2	34	2000
СЛ-350, 350ТВ	220	18,5	4500	3,92	0,3	28	2000
СЛ-360, 360ТВ	110	23	4500	4,9	0,6	35	2000
СЛ-370	22	28	4500	5,88	3,2	38	2000
СЛ-370Н	22	28	4500	5,88	3,2	40	2800
СЛ-570	110	77	3000	24,5	1,2	58	2000
СЛ-380	27	23	4500	4,9	3,2	37	1000

Таблица 14.28. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей СЛ со стабилизацией частоты вращения



Габаритные и установочные размеры и масса двигателей СЛ-121, СЛ-161, СЛ-163 показаны на рис. 14.17.

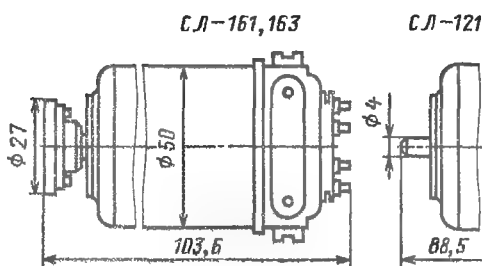


Рис. 14.17. Габаритные и установочные размеры двигателей СЛ-161, СЛ-163, СЛ-121

Тип двигателя	d_{30}	d_1	l_{30}	l_1	Мас- са, кг
СЛ-220	70	6	145	9,5	1,25
СЛ-240, 240ТВ			158,3		1,4
СЛ-320, 340, 350, 320ТВ, 350ТВ	85	8	171,8	13	2,1
СЛ-360, 370, 360ТВ			181,9		2,3
СЛ-370Н				12,3	
СЛ-380					
СЛ-570	108	10	249,9	16,9	6,2

Основные технические данные двигателей СЛ без стабилизации частоты вращения и со стабилизацией частоты вращения приведены в табл. 14.26, 14.27, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.28, 14.29.

Условия эксплуатации двигателей СЛ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

100-й и 500-й габариты . . .	10
200-й и 300-й габариты со стабилизацией частоты вращения, кроме СЛ-380 и СЛ-370Н	10
СЛ-370Н	10—70
СЛ-380	20—70
остальных типов	5—200

ускорение, м/с^2 :

100-й и 500-й габариты . .	4
200-й и 300-й габариты со стабилизацией частоты вращения, кроме СЛ-380 и СЛ-370Н	5,6
СЛ-370Н	35
СЛ-380	10—20
остальных типов	40

Ударные нагрузки, м/с^2 :

исполнения Н, кроме СЛ-370Н	350
СЛ-370Н	150

500-й и 600-й габариты и двигатели со стабилизацией частоты вращения	7,2
остальных типов	12
Температура окружающей среды, °С:	
верхнее значение:	
200-й габарит исполнения Н	100
300-й габарит исполнения Н, кроме СЛ-370Н	85
СЛ-370Н	70
исполнения ТВ	45
100-й габарит, СЛ-329, СЛ-369Б	50
СЛ-369М	30
остальных типов	40

Температура окружающей среды, °С:

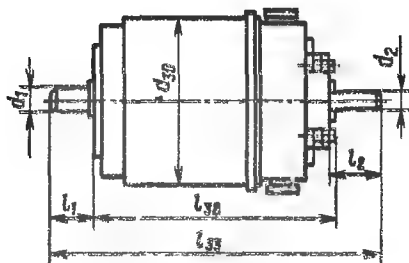
нижнее значение:

СЛ-380 и исполнения Н, кроме СЛ-370Н	-50
СЛ-370Н	-55
остальных типов	-40

Относительная влажность воздуха, %:

исполнения Н, кроме СЛ-370Н, при температуре 40 °С	98
исполнения ТВ при температуре 35 °С	95
остальных типов при температуре 20 °С	95

Таблица 14.29. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей СЛ без стабилизации частоты вращения



Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_2	l_{38}	l_{33}	l_1	l_2	Масса, кг
СЛ-221А	70	6	6	97,5	113,5	9,5	10,6	0,9
СЛ-261У				119	128,5		14,6	
СЛ-281, 281ТВ, 281Н		—	—	108,5	—	—	21	1,25
СЛ-267В, 267ВТВ		—			—	—		
СЛ-221, 221ТВ		6	—	97,5	—	9,5	—	0,9
Остальные 200-го габарита			—	108,5	—		—	1,25
СЛ-369А	85	—	7	121	146	13	13	2
СЛ-329			—	109,8—112,9	—	12,5—13,6	—	1,7
СЛ-321, 327			—	111	—	13	—	2
Остальные 300-го габарита			—	121	—		—	

Продолжение табл. 14.29

Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_2	l_{38}	l_{33}	l_1	l_2	Масса, кг
СЛ-521, 521К, 523, 525	108	10	—	132	—	16,2	—	3,3
СЛ-525А		9	9		196	35,7	35,7	
СЛ-563, 569, 569К, 571К		10	—	157	—	16,2	—	4,5
СЛ-570С			—	182,8	—	16,2	—	5,8
СЛ-621	130	10	10	172	204	16,5	16,5	7,5
СЛ-661, 661Р				202	234			9,7

14.1.26. Двигатели серии МИ

Двигатели МИ выполняются с электромагнитным независимым возбуждением. Двигатели могут иметь два исполнения — со встроенным тахогенератором и без тахогенератора.

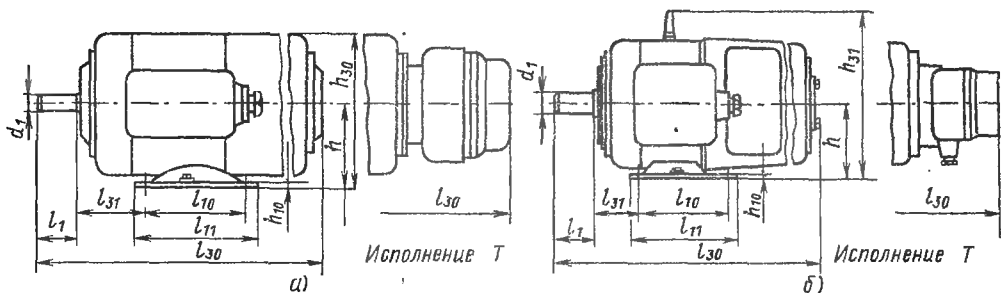
Конструктивно двигатели изготавливаются для двух вариантов крепления: с фланцем или на лапах. Двигатели условно делятся на три габарита. В условном обозначении для двигателей с фланцем добавляется буква Ф, а для двигателей со встроенным тахогенератором — буква Т. Двигатели предназначены для работы при температуре окружающей среды от -50 до 50°C и относительной влажности воздуха до 98% при температуре 20°C и имеют гарантийную наработку 10 000 ч. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные двигателей МИ приведены в табл. 14.30, а габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.31, 14.32.

Таблица 14.30. Технические данные двигателей серии МИ

Тип двигателя	U , В	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %
МИ-11	60	0,12	3000	2,86	62
	60	0,1	2000	2,27	63
	110	0,12	3000	1,53	62
	110	0,1	2000	1,22	63
	110	0,12	3000	2,86	62
	110	0,1	2000	1,22	63
МИ-12	60	0,2	3000	4,57	66
	60	0,12	2000	2,72	64
	110	0,2	3000	2,46	66
	110	0,12	2000	1,46	64
	60	0,25	3000	5,6	67
	60	0,2	2000	4,3	68
МИ-21	110	0,25	3000	3,05	67
	110	0,2	2000	2,33	68
МИ-22	60	0,37	3000	8,2	71
	60	0,25	2000	5,5	69
	60	0,12	1000	2,6	64
	110	0,37	3000	4,4	71
	110	0,25	2000	2,9	69
	110	0,12	1000	1,4	64
МИ-31	60	0,45	3000	10,3	68
	60	0,37	2000	8,2	70
	60	0,2	1000	4,4	66
	110	0,45	3000	5,6	68
	110	0,37	2000	4,4	70
	110	0,2	1000	2,4	66
МИ-32	110	0,76	2500	8,2	80
	110	0,45	1500	5	75
	110	0,37	1000	4,2	72
	220	0,76	2500	4,1	80
	220	0,45	1500	2,5	75
	220	0,37	1000	2,1	72

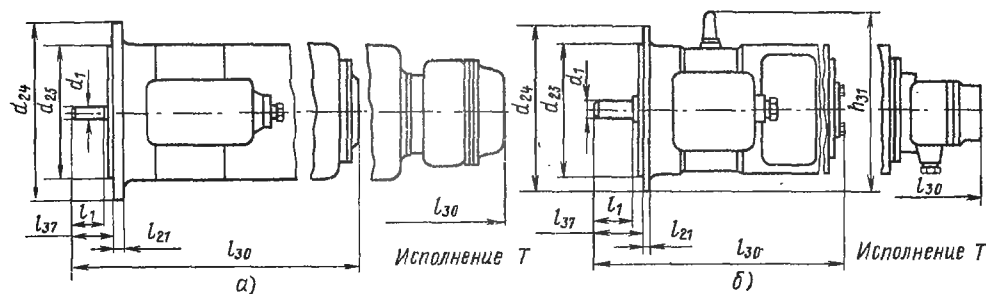
Таблица 14.31. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей с креплением на лапах



Тип двигателя	Рис.	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{10}	l_{11}	d_1	h_{37}	h_{30}	h_{10}	h	Масса, кг
МИ-11	а	240/356*	30	44	110	122	14	—	150	6	80	13/16
МИ-12		265/390	30	69	110	122	14	—	150	6	80	15/18
МИ-21		295/415	40	47	140	147	16	—	180	6	95	21/24
МИ-22		325/445	40	77	140	147	16	—	180	6	95	24/27
МИ-31	б	365/485	60	61	125	165	28	255	—	7	112	34/36
МИ-32		405/525	60	60	125	165	28	255	—	7	112	38/40

Примечание. В знаменателе даны значения для исполнения с встроенным тахогенератором (Т).

Таблица 14.32. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей с фланцевым креплением



Тип двигателя	Рис.	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	d_1	d_{25}	d_{24}	h_{37}	Масса, кг
МИ-11Ф	а	240/365*	30	36	9	14	130	180	—	14/17
МИ-12Ф		265/390	30	36	9	14	130	180	—	16/19
МИ-21Ф		295/415	40	46	12	16	175	220	—	22/25
МИ-22Ф		325/445	40	46	12	16	175	220	—	25/28
МИ-31Ф	б	365/485	60	66	12	28	200	250	265	34/36
МИ-32Ф		405/525	60	66	12	28	200	250	265	38/40

Примечание. См. примечание к табл. 14.31.

14.1.27. Двигатели СД, ДИ

Двигатели СД, ДИ выполняются с электромагнитным независимым возбуждением. Крепление двигателей СД-10 — за корпус, остальных — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные двигателей СД, ДИ приведены в табл. 14.33, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.34.

Условия эксплуатации двигателей СД, ДИ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

СД-10А, СД-250А 20—80

СД-10Г 10—200

СД-10В, СД-75Б(М), ДИ . . . 10—1000

СД-10Л, СД-75Е, СД-20, СД-150 10—200

СД-75Д 10—200

СД-20-6, СД-75-7,5, СД-150-7,5 5—600

ускорение, м/с²:

СД-10А, СД-250А 40

СД-10Г 60

СД-10В, СД-75Б(М), ДИ . . . 100

СД-10Л, СД-75Е, СД-20, СД-150 35

СД-75 50

СД-20-6, СД-75-7,5, СД-150-7,5 100

Ударные нагрузки, м/с²:

СД-10Л, СД-20, СД-75Е . . . 40

СД-10Г 60

СД-75Д 120

СД-250А 200

остальных типов 350

Температура окружающей среды, °С:

верхнее значение:

СД-250А 85

СД-75Д, СД-20-6, СД-75-7,5, СД-150-7,5, ДИ 70

остальных типов 50

нижнее значение — 60

Относительная влажность воздуха, %:

СД-10В, СД-75Б(Д), СД-20-6, СД-75-7,5, СД-150-7,5, ДИ при температуре 35 °С 98

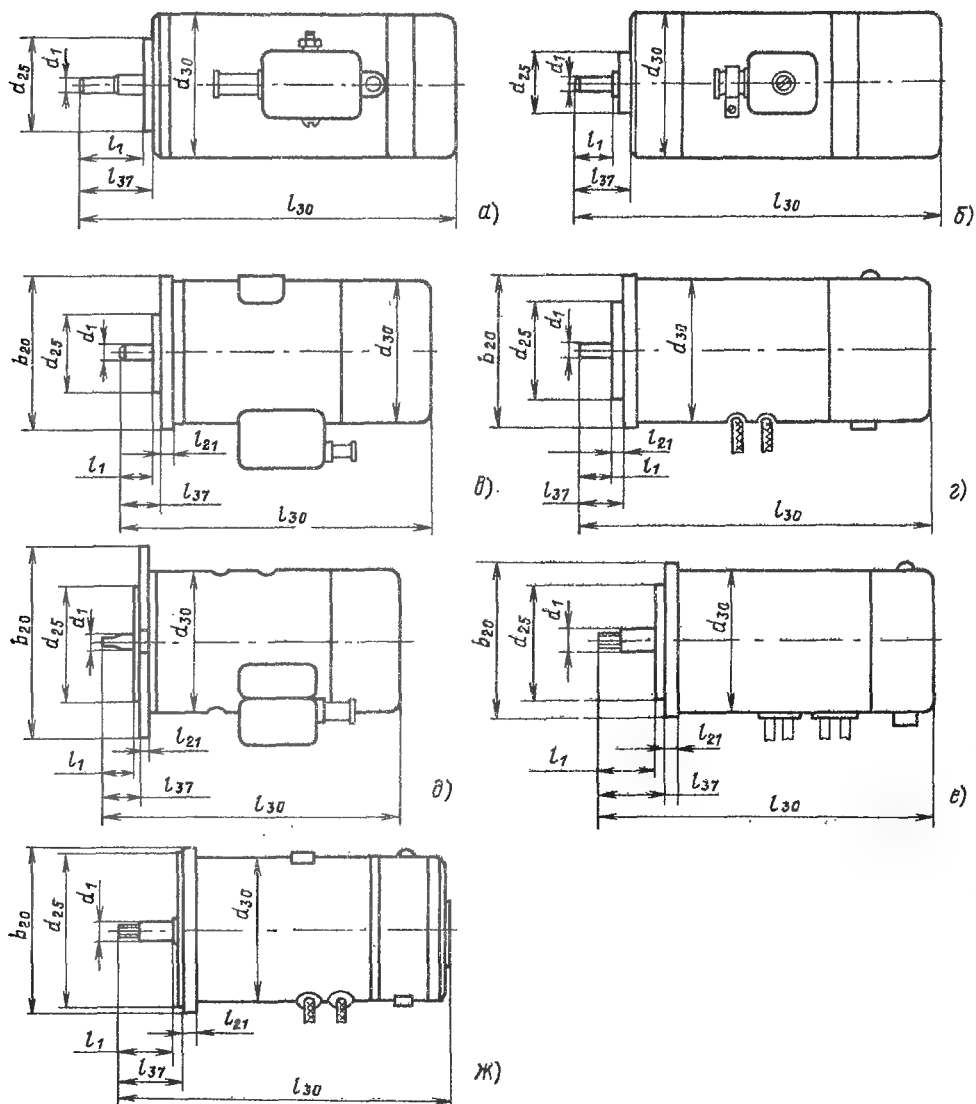
остальных типов при температуре 20 °С 98

Таблица 14.33. Технические данные двигателей СД, ДИ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{я}}$, А	$I_{\text{в}}$, А	КПД, %	$t_{\text{г}}$, ч
СД-10А(Г)	10	6000	3,23	0,7	0,5	26	500(450)
СД-10В(Л)	10	6000	3,23	0,7	1	26	400(500)
СД-20	20	6000	3,18	0,7	1,1	44	400
СД-20-6	20	6000	3,18	0,65	0,65	30	1000
СД-75Е(Б)	75	7500	9,55	2	1,2	53	400(400)
СД-75Д	75	7500	9,55	6	1,3	53	500
СД-75М	75	7500	9,55	2	0,8	53	1200
СД-75-7,5	75	7500	9,8	2	0,65	52	1000
СД-150	150	7500	19,1	4,2	0,7	55	500
СД-150-7,5	150	7500	19,6	3,9	0,65	56	1000
СД-250А	250	6000	39,2	6,5	1,2	68	1000
ДИ-180-7,5	180	7500	22,5	10,5	0,6	70	1000
ДИ-250-6	250	6000	39,2	13	0,7	68	1000

Примечание. Напряжение питания обмотки якоря и обмотки возбуждения двигателей СД-75Д, ДИ — 27 В, остальных — соответственно 60 и 27 В.

Таблица 14.34. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей СД, ДИ



Тип двигателя	Рис.	d_{25}	d_{30}	d_1	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	b_{20}	Мас- са, кг
СД-10А(Г)	<i>а</i>	25	40	5	108	17	20	—	—	0,5
СД-10В(Л)	<i>б</i>	18		4,5	98	10	15	—	—	0,4
СД-20	<i>в</i>	—	52,5	5		13	16	5	54,5	0,9
СД-20-6	<i>г</i>		52		121	12	15		54,3	

Продолжение табл. 14.34

Тип двигателя	Рис.	d_{25}	d_{30}	d_1	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	b_{20}	Мас- са, кг
СД-75Б(Б)	в	35	62,5	6	131	8	11	6	66,5	1,5
СД-75Д					135	12	15			
СД-75М					136					
СД-75-7,5	г		62		152	17	20	5,5	66,3	1,7
СД-150	д	60	78	8	159	16	19	7	80	2,7
СД-150-7,5					163	18	21	7,5	80,5	
СД-250А	жс	95	101	12	215		35	10	111	5,5
ДИ-180-7,5		100			194	30	35,5		116	4,5
ДИ-250-6					216					

14.1.28. Двигатели ДРВ, 2Д, ДС

Условия эксплуатации двигателей ДРВ, 2Д, ДС

Двигатели ДРВ, 2Д, ДС выполняются с электромагнитным возбуждением и стабилизацией частоты вращения. Для стабилизации частоты вращения используется встроенный центробежный контактный регулятор частоты вращения, включаемый в обмотку возбуждения. Крепление двигателей ДРВ-5Г и ДРВ-8 — торцевое, остальных — фланцевое. Режим работы — продолжительный, двигателя ДРВ-8 — повторно-кратковременный (работа — 30 мин, перерыв — 30 мин (1 цикл). Напряжение 27 В.

Основные технические данные двигателей ДРВ, 2Д, ДС приведены в табл. 14.35, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.18.

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ДРВ-5Г, ДРВ-20Д, 2Д-60А,

ДРВ-150Б 10—200

ДРВ-8 5—600

ДРВ-25, 2Д-60Б 10—80

ДРВ-300 10—200

ДС-25-6ТВ 1—200

ускорение, м/с²:

ДРВ-5Г, ДРВ-20Д, 2Д-60А,

ДРВ-150Б 60

ДРВ-8 100

ДРВ-25, 2Д-60Б 40

ДРВ-300 35

ДС-25-6ТВ 100

Таблица 14.35. Технические данные двигателей ДРВ, 2Д и ДС

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	$\delta\eta$, %	КПД, %	t_r , ч	Масса, кг
ДРВ-5Г	5	10000	0,47	1	2	19	300	0,35
ДРВ-8	8	10000	0,76	1,4	1,5	21	150*	0,32
ДРВ-20Д	20	10000	1,96	2,5	2	30	400	0,8
ДРВ-25	25	6000	4	2,5	2	37	400	1,5
ДРВ-150Б	150	7500	19,1	12	2	46	400	3,2
ДРВ-300	300	7500	38,2	22	1	45	400	4,7
2Д-60А	60	7500	7,64	4,5	2	49	400	1,8
2Д-60Б	60	7500	7,64	4,5	1,5	49	400	1,8
ДС-25-6ТВ	25	6000	4	2,3	2	40	1000	1,2

* Циклов.

Ударные нагрузки, м/с²:

ДС-25-6ТВ 400

ДРВ-5Г, ДРВ-8, ДРВ-20Д,

ДРВ-150Б, 2Д-60А 120

Температура окружающей среды,
°С:

верхнее значение:

ДРВ-5Г 70

ДРВ-8 100

ДС-25-6ТВ 85

остальных 50

нижнее значение -60

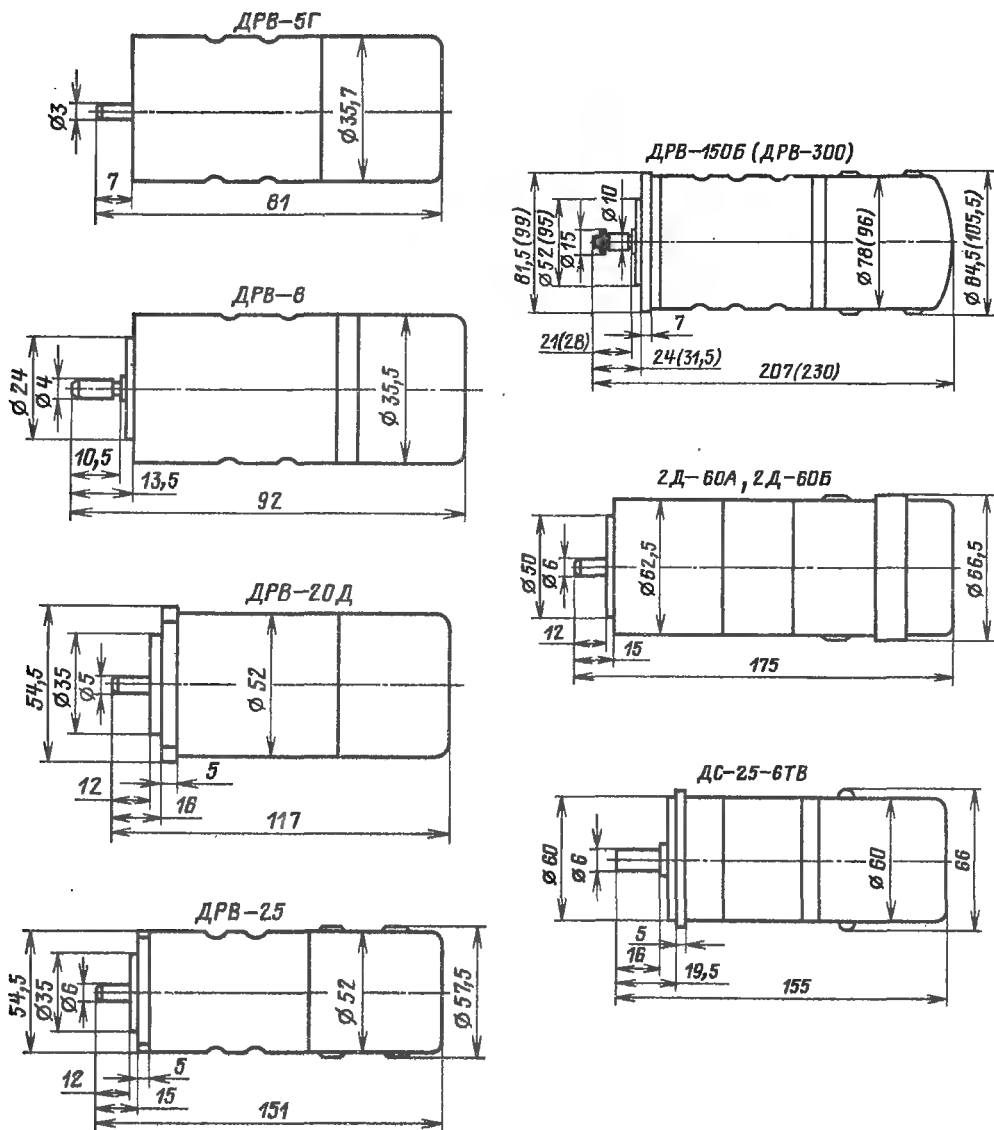
Относительная влажность воздуха,
%:ДРВ-25, ДРВ-300 при температура
20 °С 98остальных при температуре
35 °С 98

Рис. 14.18. Габаритные и установочные размеры двигателей ДРВ-5Г, ДРВ-8, ДРВ-20Д, ДРВ-25, ДРВ-150Б, ДРВ-300, 2Д-60А, 2Д-60Б, ДС-25-6ТВ

14.1.29. Двигатели МА

Двигатели МА выполняются с электромагнитным возбуждением, двигатели МА-15М и МА-30М с параллельным, а МА-40А и МА-40А3 со смешанным возбуждением. Двигатель МА-40А3 имеет дополнительные выводы обмотки, позволяющие получить схему для динамического торможения.

В зависимости от условий применения двигатели изготавливаются в обычном и тропическом исполнениях. В условном обозначении для двигателей тропического исполнения добавляется буква Т.

Режимы работы двигателей: МА-15М, МА-30М — кратковременный — рабочий период 8 мин, пауза не менее 40 мин (1 цикл); МА-40, МА-40А3 — продолжительный; кратковременный — рабочий период 15 мин, пауза не менее 40 мин; повторно-кратковременный — рабочий период 4 с, пауза не менее 1 с (1 цикл), после 200 циклов пауза не менее 4 мин.

Основные технические данные двигателей МА приведены в табл. 14.36, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.37.

Условия эксплуатации двигателей МА

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 1—200

ускорение, м/с² 50

Ударные нагрузки, м/с² 150

Температура окружающей среды,

°С:

верхнее значение:

обычного исполнения 50

тропического исполнения 60

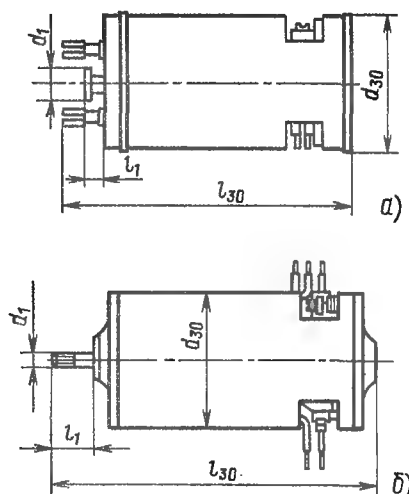
нижнее значение —60

Относительная влажность воздуха, %:

обычного исполнения при температуре 25°С 98

тропического исполнения при температуре 35°С 100

Таблица 14.37. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей МА



Тип двигателя	Рис.	d_{30}	d_1	l_{30}	l_1	Масса, кг
МА-15М, МА-30М	а	40	19	107	5	0,6
МА-40А, МА-40А3	б	60	М6	129	16,5	1,25

Таблица 14.36. Технические данные двигателей МА (напряжение питания 27 В)

Тип двигателя	$P_{2ном}$, Вт	$n_{ном}$, об/мин	$M_{ном}$, Н·см	$M_{п}$, Н·см	$I_{ном}$, А	КПД, %	t_r , цикл
МА-15М	15	10000	1,43	2,85	2,3	24	2500
МА-30М	25	10000	2,39	4,8	3,6	25	2500
МА-40А, МА-40А3*	20	10000	1,91	8	3,1	24	500 ч
МА-40А, МА-40А3**	40	9500	4,02	8	4,1	36	1500
МА-40А, МА-40А3***	40	9500	4,02	8	4,1	36	100000

* Указаны данные для продолжительного режима работы.

** То же для кратковременного.

*** То же для повторно-кратковременного.

14.1.30. Двигатели МН, МС, ДР

ускорение, м/с^2 :

ДР-1,5Р 40

МН, МС 25

Температура окружающей среды,
°С:

верхнее значение:

ДР-1,5Р 50

МН, МС 55

нижнее значение:

МН-145, МН-250А, МС-160 -20

МН-400 -30

МН-145А -50

ДР-1,5Р -60

остальных типов -35

Относительная влажность воздуха

при температуре 20 °С, % 98

Двигатели МН, МС, ДР выполняются с электромагнитным возбуждением, с встроенным редуктором. Крепление двигателя — за корпус. Режим работы — продолжительный. Основные технические данные двигателей МН, МС, ДР приведены в табл. 14.38, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.39.

Условия эксплуатации двигателей МН, МС, ДР

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

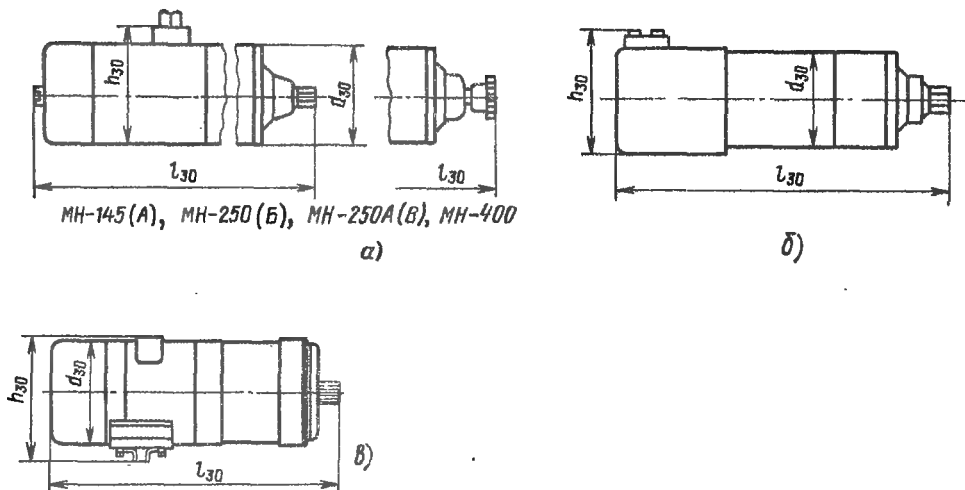
ДР-1,5Р 10—200

МН, МС 20—80

Таблица 14.38. Технические данные двигателей МН, МС, ДР (напряжение питания 27 В)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	t_r , ч
МН-145 (А)	2,45	145	16,5	0,6	15	110 (200)
МН-250 (А, Б, В)	2,82	250	11,1	0,65	16	200 (110, 200, 200)
МН-400	2,8	400	6,9	0,65	16	110
МС-160	2,25	160	13,8	0,7	12	110
ДР-1,5Р	1,5	153	9,8	1	9,8	500

Таблица 14.39. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей МН, МС, ДР



Продолжение табл. 11.39

Тип двигателя	Рис.	d_{30}	l_{30}	h_{30}	Выходная шестерня или ось		Масса, кг
					число зубьев	модуль	
МН-145 (А)	<i>a</i>	35	101	42	9 (14)	0,4	0,26
МН-250 (А, В)	<i>a</i>				14 14 (42; 32)		
МН-250Б	<i>a</i>				Ось Ø6,5 мм		
МН-400	<i>a</i>						
МС-160	<i>б</i>	40	129	43,5	14	0,4	0,37
ДР-1,5Р	<i>в</i>		108	48			0,45

14.1.31. Двигатели Д-15, Д-25Г(М)

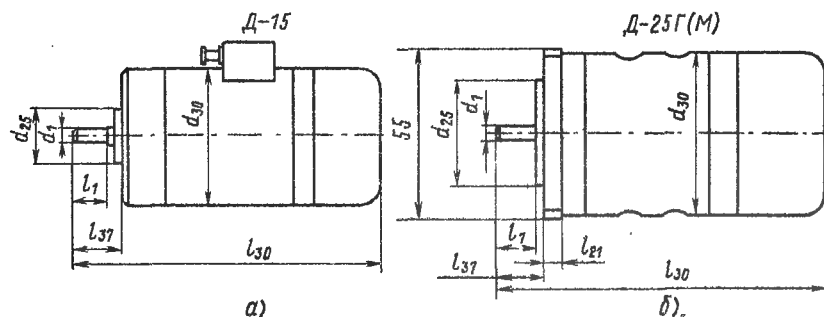
Двигатели Д-15, Д-25Г(М) выполняются с электромагнитным независимым возбуждением. Крепление двигателя Д-15 — торцевое, Д-25Г(М) — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Напряжение питания 27 В, частота вращения 6000 об/мин.

Основные технические данные двигателей Д-15, Д-25Г(М) приведены в табл. 14.40, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.41.

Таблица 14.40. Технические данные двигателей Д-15, Д-25Г/М

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	t_r , ч
Д-15	15	3,2	2,3	24	400
Д-25Г, Д-25М	25	4	2,5	37	500

Таблица 14.41. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей Д-15, Д-25Г(М)



Тип двигателя	Рис.	d_{25}	d_{30}	d_1	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
Д-15	<i>a</i>	18	40	4,5	98	10	13,5	—	0,38
Д-25Г	<i>б</i>	35	52,5	5,8	111	13	17	5	0,7
Д-25М				6,0	110	14			

Условия эксплуатации двигателей Д-15, Д-25Г(М)

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

Д-15 10—200

Д-25Г 10—600

Д-25М 20—80

ускорение, м/с²:

Д-15 60

Д-25Г 100

Д-25М 40

Ударные нагрузки, м/с²:

Д-15, Д-25Г 120

Температура окружающей среды, °С —60 ÷ +85

Относительная влажность воздуха, %:

Д-25Г при температуре 40 °С 98

остальных типов при температуре 20 °С 98

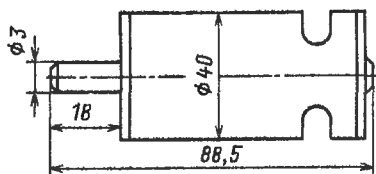


Рис. 14.19. Габаритные и установочные размеры двигателей ДСР

Условия эксплуатации двигателей ДСР

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 20—80

ускорение, м/с² 40

Температура окружающей

среды, °С —60 ÷ +50

Относительная влажность воз-

духа при температуре 20 °С,

% 98

Гарантийная наработка, ч 200

14.1.32. Двигатели серии ДСР

Двигатели серии ДСР выполняются с электромагнитным возбуждением, со стабилизацией частоты вращения. Для стабилизации частоты вращения используется встроенный центробежный контактный регулятор частоты вращения. Двигатель ДСР-14 выполнен с двумя выходными концами вала, размеры которых одинаковые. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный. Напряжение питания 27 В, полезная мощность 3 Вт.

Основные технические данные двигателей ДСР приведены в табл. 14.42, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.19.

Таблица 14.42. Технические данные двигателей серии ДСР

Тип двигателя	$n_{ном}$, об/мин	$M_{ном}$, мН·м	$I_{ном}$, А	δn , %	КПД, %	Масса, кг
ДСР-14	4500	5,88	0,7	1	15	0,3
ДСР-21	3600	7,35	0,8	1	12,5	
ДСР-22	4800	5,88	0,7	1	16	
ДСР-23	6000	4,9	0,6	1	19	

14.1.33. Двигатели Д-55А, ДВ-200

Двигатели Д-55А, ДВ-200 выполняются с электромагнитным последовательным возбуждением. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Напряжение питания 27 В.

Основные технические данные двигателей Д-55А, ДВ-200 приведены в табл. 14.43, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.20.

Условия эксплуатации двигателей Д-55А, ДВ-200

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

Д-55А 10—200

ДВ-200 20—200

ускорение, м/с²:

Д-55А 35

ДВ-200 50

Ударные нагрузки для двигателя ДВ-200, м/с² 50

Температура окружающей среды, °С:

верхнее значение:

Д-55А 50

ДВ-200 70

нижнее значение —60

Относительная влажность воз-

духа при температуре 20 °С,

% 98

Гарантийная наработка, ч 500

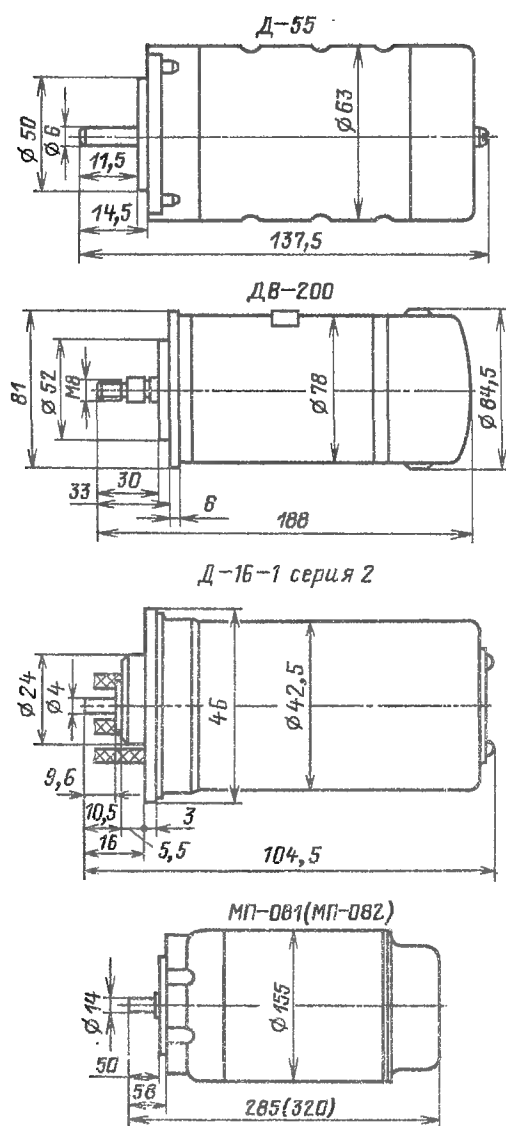


Рис. 14.20. Габаритные и установочные размеры двигателей Д-55А, ДВ-200, Д-16-1 серии 2, МП

Таблица 14.43. Технические данные двигателей Д-55А, ДВ-200

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$M_{\text{ном}}$, Н·см	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	Масса, кг
Д-55А	55	4500	9,5	4	51	1,5
ДВ-200	200	7500	25,5	12,5	59	3

14.1.34. Двигатель Д-16-1, серия 2

Двигатель Д16-1, серия 2 выполняется с электромагнитным последовательным возбуждением, с встроенной электромагнитной муфтой. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — повторно-кратковременный — 5 циклов с перерывом между циклами по 1 мин, после чего перерыв до полного охлаждения. Цикл — работа 12 с в одном направлении, работа 12 с в другом направлении; реверс — после полной остановки.

Габаритные и установочные размеры двигателя Д16-1, серия 2 показаны на рис. 14.20.

Технические данные двигателя Д16-1 серии 2

Напряжение питания, В	27
Полезная мощность, Вт	15,6
Частота вращения, об/мин	12 000
Вращающий момент, Н·см	1,27
Потребляемый ток, А	2,4
Начальный пусковой момент, Н·см	3,68
Ток включения муфты, А	1,8
Ток отключения муфты, А	0,8
Момент торможения муфты в обесточенном состоянии, Н·см	9,81
Масса, кг	1

Условия эксплуатации двигателя Д16-1 серии 2

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +85

Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	100
Гарантийная наработка, цикл	2000

14.1.35. Двигатели МП-08

Двигатели МП-08 выполняются с электромагнитным параллельным возбуждением. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигателей МП-08 приведены в табл. 14.44, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.20.

Таблица 14.44. Технические данные двигателей МП-08

Тип двигателя	U, В	P _{2ном} , Вт	n _{ном} , об/мин	M _{ном} , Н·м	M _п , Н·м	I _{ном} , А	КПД, %	t _г , ч	Масса, кг
МП-081	110/220	180	3000	0,57	1,76	2,6/1,3	65	1500	11
МП-082	110/220	370	3000	1,18	3,52	4,6/2,3	73	1500	14

Условия эксплуатации двигателей МП-08

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—300

ускорение, м/с² 50Ударные нагрузки, м/с² 120

Температура окружающей среды, °С -40 ÷ +60

Относительная влажность воздуха при температуре

40 °С, % 98

Условия эксплуатации двигателей ПБ-12С

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 1—80

ускорение, м/с² 30Ударные нагрузки, м/с² 30

Температура окружающей среды, °С -50 ÷ +50

Относительная влажность воздуха

при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 20 000 (с заменой щеток через 2000 ч)

14.1.36. Двигатель ПБ-12С

Двигатель ПБ-12С выполняется с электромагнитным параллельным возбуждением. Крепление двигателя — на лапах. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры двигателя ПБ-12С приведены на рис. 14.21.

Технические данные двигателя ПБ-12С

Напряжение питания, В 50

Полезная мощность, Вт 400

Частота вращения, об/мин 3000

Потребляемый ток, А 11,4

КПД, % 70

Масса, кг 35

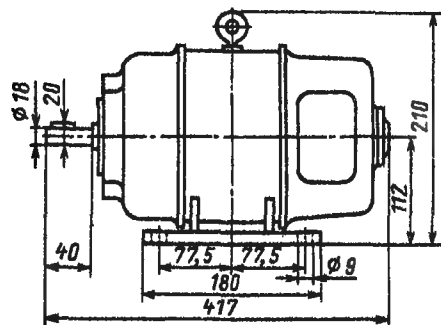


Рис. 14.21. Габаритные и установочные размеры двигателя ПБ-12С

14.1.37. Двигатели ДП180

Двигатели ДП180 выполняются с электромагнитным последовательным возбуждением. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Основные технические данные двигателей ДП180 приведены в табл. 14.45, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.46.

Таблица 14.45. Технические данные двигателей ДП180

Тип двигателя	U, В	P _{2ном} , Вт	M _{ном} , Н·м	I _{ном} , А	n _{ном} , об/мин	КПД, %
ДП180-120-10-12	12	120	0,1146	20	10 000	50
ДП180-120-10-24	24	120	0,1146	10	10 000	50
ДП180-250-10-12	12	250	0,2387	40	10 000	52
ДП180-250-10-24	24	250	0,2387	20	10 000	52

Условия эксплуатации двигателей ДП180

Вибрационные нагрузки:

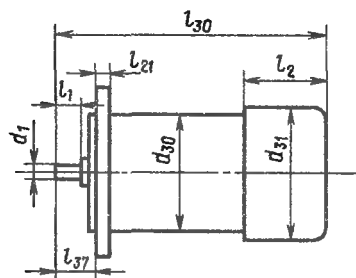
диапазон частот, Гц 1—80

ускорение, м/с² 50Ударные нагрузки, м/с² 150

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +70

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C, % 98
 Гарантийная наработка, ч . 1000 (с заменой щеток через 500 ч)

Таблица 14.46. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей ДП80



Тип двигателя	d_1	d_{30}	d_{31}	l_1	l_2	l_{21}	l_{30}	l_{37}	Масса, кг
ДП80-120-10-12	8	80	98	20	60	6	185	24	2,75
ДП80-120-10-24	8	80	98	20	60	6	185	24	2,75
ДП80-250-10-12	8	80	98	20	80	6	230	24	3,65
ДП80-250-10-24	8	80	98	20	60	6	220	24	3,45

14.1.38. Двигатель ДП60 исполнения С01

Двигатель ДП60 исполнения С01 выполняется с электромагнитным последовательным возбуждением. Крепление двигателя — фланцевое. Режим работы — S1 и S3 (с $M_{ном} = 0,15$ Н·м при ПВ = 15% и продолжительности цикла до 100 с при числе включений не более 1200 в 1 ч). Основные технические данные двигателя ДП60 исполнения С01 приведены в табл. 14.47, габаритные и установочные размеры — приведены на рис. 14.22.

Таблица 14.47. Технические данные двигателя ДП60 исполнения С01

Режим работы	U , В	$P_{ном}$, Вт	$I_{ном}$, А	$M_{ном}$, Н·м	$M_{п}$, Н·м	$I_{ном}$, А	КПД, %	Масса, кг
S1	27	60	10000	0,057	0,4	5	48	1,4
S3	27	90	6000	0,143	0,4	8	—	

Условия эксплуатации двигателя ДП60 исполнения С01

Вибрационные нагрузки:
 диапазон частот, Гц . . . 1—2000
 ускорение, м/с² 100
 Ударные нагрузки, м/с² 400
 Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +70
 Относительная влажность воздуха при температуре 35°C, % 98

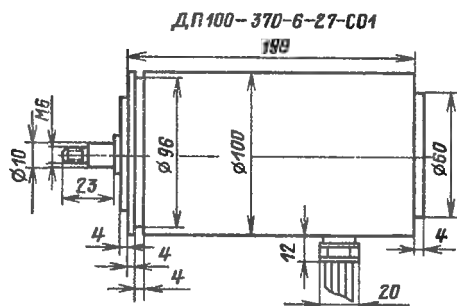
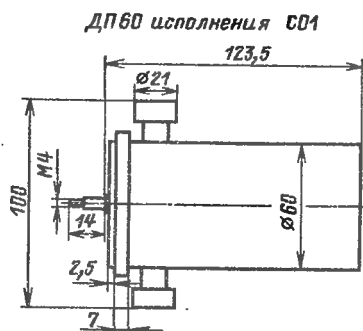


Рис. 14.22. Габаритные и установочные размеры двигателей ДП-60 исполнения С01, ДП100-370-6-27-С01

14.1.39. Двигатель ДП100-370-6-27-С01

Двигатель ДП100-370-6-27-С01 выполняется с электромагнитным независимым возбуждением. Крепление двигателя — торцевое. Режим работы — кратковременный (S2) с $M = 1,5 M_{ном}$ и продолжительностью работы не более 1 мин. Характеристика цикла: рабочий период — 1 мин, пауза — 2 мин, рабочий период — 1 мин, полное охлаждение. Общее количество циклов — 1500.

Технические данные двигателя

ДП100-370-6-27-С01

Напряжение питания, В . . .	27
Полезная мощность, Вт . . .	370
Частота вращения, об/мин . .	6000
Вращающий момент, Н·м . . .	0,589
Начальный пусковой момент, Н·м	4,2
Потребляемый ток, А:	
возбуждения	1
якоря	19,8
Начальный пусковой ток, А . .	260
КПД, %	77
Масса, кг	6,6

Условия эксплуатации двигателя

ДП100-370-6-27-С01

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . .	1—500
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	150
Температура окружающей сре- ды, °С	—60 ÷ +70
Относительная влажность возду- ха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	100

Габаритные и установочные размеры двигателя ДП100-370-6-27-С01 приведены на рис. 14.22.

14.2. Бесконтактные двигатели постоянного тока

14.2.1. Особенности бесконтактных двигателей постоянного тока

Бесконтактные электродвигатели постоянного тока (БДПТ) представляют собой электрические машины с возбуждением от постоянных магнитов, имеющие датчик углового положения ротора и полупроводниковый коммутатор.

Бесконтактные двигатели обладают такими важными функциональными свойствами, как длительная наработка (до 30 000 ч и более), высокая надежность запуска после длительного пребывания в нерабочем состоянии, пригодность для работы во взрыво- и пожароопасных средах, работоспособность при низких давлениях окружающей среды.

Бесконтактные двигатели выпускаются совмещенного исполнения (двигатель и коммутатор объединены в одном корпусе) и раздельного исполнения (двигатель и комму-

татор выполнены в отдельных корпусах, соединенных промежуточным кабелем).

Сфера применения БДПТ определила создание двух конструктивных разновидностей:

БДПТ обычного исполнения;

БДПТ герметизированного исполнения, в которых ротор и статор разделены герметичной металлической гильзой.

Двигатели герметизированного исполнения применяются для приводов насосов и допускают непосредственный контакт своей торцевой поверхности со стороны вала с рабочей жидкостью без применения в двигателе дополнительных уплотнений.

По функциональному назначению БДПТ разделяются на силовые, управляемые и со стабилизацией частоты вращения.

Для регулирования частоты вращения в БДПТ применяются в основном методы широтно-импульсной модуляции напряжения питания через маломощные цепи коммутатора. Этот метод реализуется на основе разомкнутых и замкнутых систем управления частотой вращения.

Разомкнутые системы наиболее просты, но не обеспечивают жесткой механической характеристики (рис. 14.23, а). Замкнутые системы управления имеют отрицательную обратную связь по частоте вращения и обладают более жесткими механическими характеристиками (рис. 14.23, б), такие систе-

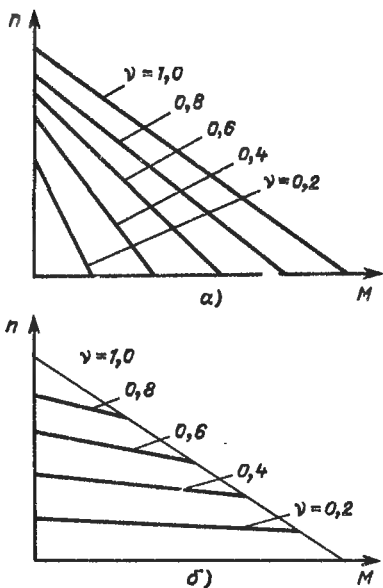


Рис. 14.23. Механические характеристики БДПТ с разомкнутой (а) и с замкнутой (б) системами регулирования

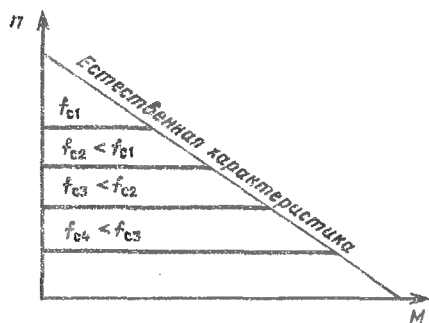


Рис. 14.24. Характеристики управляемого БДПТ с синхронизацией частоты вращения при различных частотах синхронизации

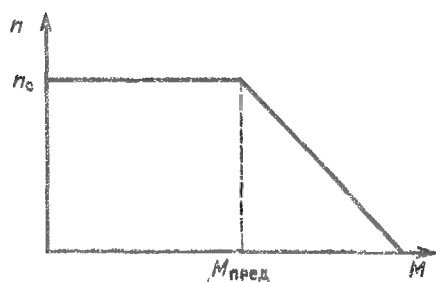


Рис. 14.25. Механическая характеристика стабилизированного (односкоростного синхронизированного) БДПТ

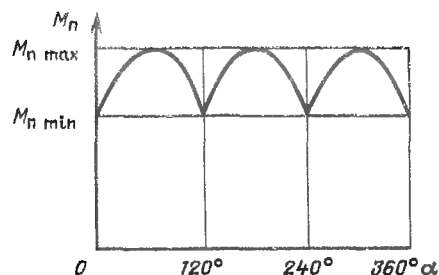


Рис. 14.26. Зависимость пускового момента трехфазного БДПТ от углового положения ротора

мы позволяют получить точность стабилизации частоты вращения БДПТ до 0,5–1 %.

Наилучшее качество механических характеристик имеют БДПТ, построенные по системе с синхронизацией частоты вращения частотой внешнего управляющего сигнала (рис. 14.24, 14.25). В таких БДПТ механическая характеристика имеет астатический характер, ее жесткость определяется только

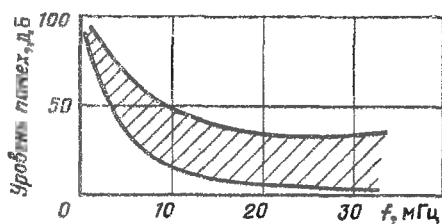


Рис. 14.27. Область значений уровня радиопомех БДПТ в цепях питания (по данным серии БК)

стабильностью частоты внешнего сигнала. Практическая реализация синхронизированных БДПТ позволила достигнуть точности стабилизации частоты вращения до 0,01 %. Диапазон регулирования частоты вращения этих двигателей составляет 1 : 1000 и более.

Механические и рабочие характеристики силовых БДПТ имеют сходный характер с аналогичными характеристиками коллекторных двигателей постоянного тока.

Для упрощения схемы коммутатора БДПТ применяются обмотки с числом секций три и четыре, в результате чего перемещение вектора МДС в пределах оборота носит скачкообразный характер с числом устойчивых положений, равным числу секций обмотки. При этом кривая пускового момента имеет вид, указанный на рис. 14.26. Отношение $M_{n \max}/M_{n \min}$ для различных типов БДПТ лежит в пределах 1,5–2.

Импульсный характер тока в обмотках при коммутации вызывает появление радиопомех, которые наиболее существенным образом проявляются в цепях питания двигателя. Значение напряжения радиопомех в диапазоне частот 0,15–30 МГц, как правило, лежит в пределах от единиц до нескольких тысяч микровольт. Характерная зависимость уровня радиопомех от их частоты для БДПТ показана на рис. 14.27.

14.2.2. Двигатели серии БК

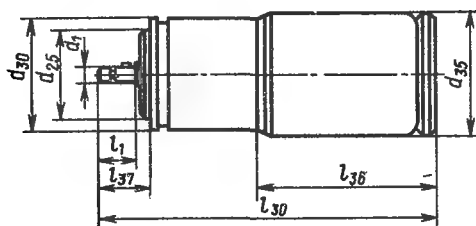
Бесконтактные двигатели постоянного тока серии БК — силовые, реверсивные, с встроенным коммутатором. В качестве датчиков положения ротора использованы датчики Холла. Для контроля частоты вращения предусмотрен встроенный таходатчик. Режим работы — продолжительный. Напряжение питания 27 В. Крепление двигателя — фланцевое с упорным буртиком. Технические данные двигателей серии БК приведены в табл. 14.48, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.49, схема включения — на рис. 14.28, а.

Таблица 14.48. Технические данные двигателей серии БК (напряжение питания 27 В)

Тип двигателя	$P_{2ном}, Вт$	$n_{ном}, об/мин$	$I_{ном}, А$	$I_{п}, А$	КПД, %	$\tau_{м}, с$	Тип двигателя	$P_{2ном}, Вт$	$n_{ном}, об/мин$	$I_{ном}, А$	$I_{п}, А$	КПД, %	$\tau_{м}, с$
БК-1316	1,6	6000	0,17	1	43	0,05	БК-1526	16	6000	1,0	11	69	0,04
БК-1318	1,6	10000	0,17	1,5	43	0,06	БК-1533	10	3000	0,6	6	66	0,03
БК-1323	1	3000	0,12	0,5	40	0,03	БК-1534	16	4000	1	8,5	70	0,03
БК-1324	1,6	4000	0,17	1	43	0,03	БК-1618	40	10000	2,4	30	72	0,08
БК-1414	4	4000	0,3	2,5	56	0,03	БК-1626	40	6000	2,3	27	73	0,05
БК-1418	6	10000	0,44	3,3	59	0,07	БК-1633	25	3000	1,45	12	72	0,03
БК-1423	4	3000	0,3	2,7	53	0,03	БК-1634	40	4000	2,3	20	73	0,03
БК-1424	6	4000	0,44	3,3	60	0,03	БК-1818	90	10000	4,9	50	76	0,12
БК-1425	6	5000	0,44	3,3	60	0,03	БК-1826	90	6000	4,9	50	77	0,07
БК-1518	16	10000	1,0	11	68	0,09							

Примечание. $\tau_{м}$ — электрохимическая постоянная времени.

Таблица 14.49. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии БК



Тип двигателя	d_{30}	d_{35}	d_1	d_{25}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{36}	Масса, кг
БК-1316 БК-1318	32	36	2,8	25	85	12	15	48	0,21
БК-1323 БК-1324					90				0,24
БК-1414 БК-1418	40	44	3,8	32	98	14	17	50	0,42
БК-1423					105				0,48
БК-1424 БК-1425									0,54
БК-1518	50	54	4,8	40	111,5	16	19,5	58	0,72
БК-1526					119,5				0,84
БК-1533 БК-1534					131,5				1

Продолжение табл. 14.49

Тип двигателя	d_{30}	d_{35}	d_1	d_{25}	l_{30}	l_1	l_{37}	l_{36}	Масса, кг
БК-1618	60	65,5	5,8	50	141,5	20	23,5	75	1,2
БК-1626					153,5				1,5
БК-1633 БК-1634					170,5				1,8
БК-1818	80	87,5	7	60	169	23	28	84,5	2,7
БК-1826					181				3

Обозначение выводов	Назначение	
1	+	Напряжение питания
2	—	
3, 4, 5, 6	Задание направления вращения	
7, 8	Выход таходатчика	

а)

Номера штырей разъема	Назначение	
1, 2	+	Напряжение пита- ния
18, 19	-	
13, 14	Выход таходатчика	

б)

Номера штырей разъема	Назначение	
1, 2	+	Напряжение пита- ния
9, 10	-	
5, 6, 7, 8	Выход таходатчика	

в)

Рис. 14.28. Схемы включения двигателей серий БК (а), Б (б) и БЭП-126М (в). Направление вращения двигателей серии БК задается путем установки переключателя между выводами 4, 6 и 5, 3 (правое) или 3, 4 и 5, 6 (левое)

Условия эксплуатации двигателей серии БК

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 1—2500

ускорение, м/с^2 150Ударные нагрузки, м/с^2 400Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +60$ Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 98

Гарантийная наработка, ч 10000

14.2.3. Двигатели серии Б

Бесконтактные электродвигатели постоянного тока серии Б — силовые, неререверсивные, с унифицированным коммутатором в виде отдельного блока. Для контроля частоты вращения предусмотрен встроенный таходатчик. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое с упорным буртиком. Напряжение питания 27 В.

Основные технические данные двигателей серии Б представлены в табл. 14.50, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 14.51, схема включения — на рис. 14.28, б.

Условия эксплуатации двигателей серии Б

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—2000

ускорение, м/с^2 100Ударные нагрузки, м/с^2 400Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-10 \div +50$ Относительная влажность воздуха при температуре 20°C , % 98

Гарантийная наработка, ч 5000

14.2.5. Двигатель ДБ-4

Бесконтактный двигатель постоянного тока ДБ-4 — силовой, неререверсивный, с коммутатором в виде отдельного блока. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — торцевое.

Габаритные и установочные размеры двигателя ДБ-4 приведены на рис. 14.29.

Технические данные двигателя ДБ-4

Напряжение питания, В . . .	27
Полезная мощность, Вт . . .	4
Частота вращения, об/мин . . .	6000
Потребляемый ток, А . . .	0,46
Начальный пусковой ток, А . . .	1,7
КПД, % . . .	28
Масса двигателя с коммутатором, кг . . .	0,5
Габаритные размеры коммутатора, мм . . .	74 × 74 × 28

Условия эксплуатации двигателей ДБ-4

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	5—2500
ускорение, м/с ² . . .	150
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	350
Температура окружающей среды, °С . . .	—40° ÷ +55
Относительная влажность воздуха при температуре 40°С, % . . .	98
Гарантийная наработка, ч . . .	1500

14.2.6. Двигатель ДБ6/К18

Бесконтактный двигатель постоянного тока ДБ6/К18 — силовой, неререверсивный, с коммутатором в виде отдельного блока. Для контроля частоты вращения предусмотрен встроенный таходатчик. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Схема включения двигателя ДБ6/К18 показана на рис. 14.30, а, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.31, а.

Технические данные двигателя ДБ6/К18

Напряжение питания, В . . .	27
Полезная мощность, Вт . . .	14
Частота вращения, об/мин . . .	4500

Потребляемый ток, А . . .	1,1
Начальный пусковой ток, А . . .	7
КПД, % . . .	60
Масса, кг:	
двигателя . . .	0,53
коммутатора . . .	0,45
Габаритные размеры коммутатора, мм . . .	120 × 64 × 81

Условия эксплуатации двигателя ДБ6/К18

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . .	5—3000
ускорение, м/с ² . . .	150
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	150
Температура окружающей среды, °С . . .	—10 ÷ +40
Относительная влажность воздуха при температуре 25°С, % . . .	98
Гарантийная наработка, ч . . .	10000

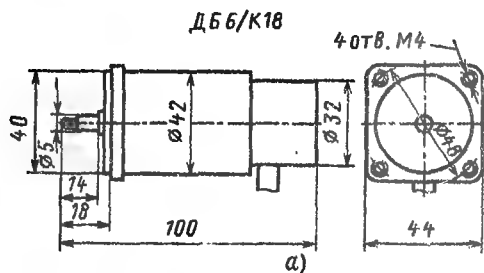
Номера штырей разъема	Назначение	
1	+	Напряжение питания
19	—	
3, 5 9, 10		Выходы таходатчиков
12		Корпус

а)

Номера штырей разъема	Назначение	
1, 2, 3	+	Напряжение питания
17, 18, 19	—	
4, 5 8, 11 9, 13 10, 16		Выходы таходатчиков
14, 15		Торможение

б)

Рис. 14.30. Схемы включения двигателей ДБ6/К18 (а) и ДБ50-16-4 (б)



Условия эксплуатации двигателя ДБ50-16-4

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 1—3000

ускорение, м/с^2 . . . 200Ударные нагрузки, м/с^2 . . . 400Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$. . . $-10 \div +50$ Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % . . . 98

Гарантийная наработка, ч . . . 30 000

Схема включения двигателя ДБ50-16-4 представлена на рис. 14.30, б, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.31, б.

14.2.8. Двигатель ДБ100-60-1,5

Бесконтактный двигатель постоянного тока ДБ100-60-1,5 — двухскоростной со стабилизацией частоты вращения, неререверсивный, с коммутатором в виде отдельного блока. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Технические данные двигателя ДБ100-60-1,5

Напряжение питания, В . . . 27

Полезная мощность, Вт . . . 60

Частота вращения, об/мин:

в режиме 1 . . . 1500 ± 150 в режиме 2 . . . 2100 ± 210

Потребляемый ток, А:

в режиме 1 . . . 5,5

в режиме 2 . . . 4,5

Начальный пусковой ток, А . . . 18

Начальный пусковой момент, Н·м . . . 0,7

КПД, %:

в режиме 1 . . . 50

в режиме 2 . . . 60

Масса, кг:

двигателя . . . 3,2

коммутатора . . . 2,6

Условия эксплуатации двигателя ДБ100-60-15

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 1—1000

ускорение, м/с^2 . . . 100Ударные нагрузки, м/с^2 . . . 400Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$. . . $-50 \div +55$ Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % . . . 98

Гарантийная наработка, ч . . . 8000

Схема включения двигателя ДБ100-60-1,5 представлена на рис. 14.32, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.33.

ДБ50-16-4

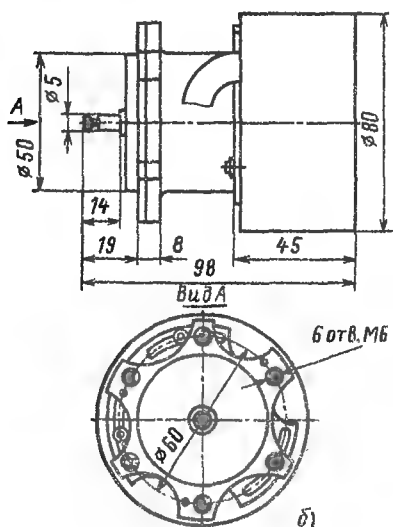


Рис. 14.31. Габаритные и установочные размеры двигателей ДБ6/К18 (а) и ДБ50-16-4 (б)

14.2.7. Двигатели ДБ50-16-4

Бесконтактные двигатели постоянного тока ДБ50-16-4 — силовые, неререверсивные, с встроенным коммутатором. Имеют две модификации: ДБ50-16-4 — правого вращения, 2ДБ50-16-4 — левого вращения. Схема коммутатора обеспечивает динамическое торможение двигателя. Для контроля частоты вращения предусмотрены встроенные таходатчики. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое.

Технические данные двигателя ДБ50-16-4

Напряжение питания, В . . . 27

Полезная мощность, Вт . . . 16

Частота вращения, об/мин . . . 4000

Потребляемый ток, А . . . 1,3

Начальный пусковой ток, А . . . 8

КПД, % . . . 55

Масса, кг . . . 0,78

Номера штырей разъема	Назначение	
2	—	Напряжение пита- ния
3	+	
4	Управление	

Рис. 14.32. Схема включения двигателя ДБ-100-60-1,5. В режиме 1 вывод 4 не подключается, в режиме 2 — соединяется с выводом 2

14.2.9. Двигатели серии ДБ-Д35

Бесконтактные двигатели постоянного тока с синхронизированной частотой вращения серии ДБ-Д35 — неререверсивные, с коммутаторами в виде отдельного блока. Синхронизация может осуществляться двумя способами: внешним управляющим сигналом и от

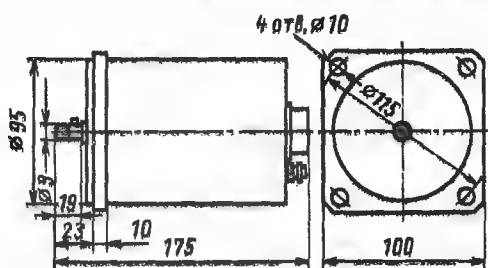


Рис. 14.33. Габаритные и установочные размеры двигателя ДБ100-60-1,5

внутреннего генератора, встроенного в коммутатор. Режим работы — продолжительный. Напряжение питания 27 В. Крепление двигателя — фланцевое с упорным буртиком.

Основные технические данные двигателей серии ДБ-Д35 представлены в табл. 14.52, габаритные и установочные размеры и масса в табл. 14.53.

Таблица 14.52. Технические данные двигателей серии ДБ-Д35 (напряжение питания 27 В)

Тип двигателя	$P_{2ном}$, Вт	f_c , Гц	n , об/мин		$I_{ном}$, А	$I_{п}$, А	КПД, %
			при синхронизации внешним сигналом	при работе от внутреннего генератора			
ДБ32-1-1	1	90—100	(900—1000) $\pm(0,9-1)$	1000 ± 10	0,19	0,6	28
ДБ40-2,5-1	2,5				0,36	1,1	31
ДБ50-4-1	4				0,55	2,4	34
ДБ50-6-1	6	150—300	(1500—3000) $\pm(1,5-3)$	3000 ± 30	0,68	3,3	39
ДБ25-1-3	1				0,19	0,6	28
ДБ32-2,5-3	2,5				0,36	1,1	31
ДБ32-4-3	4				0,55	2,4	34
ДБ40-6-3	6				0,68	3,3	39
ДБ40-10-3	10				1	5,4	44
ДБ50-16-3	16				1,45	9	49
ДБ50-25-3	25				2,40	13,5	53
ДБ25-1-4	1	200—400	(2000—4000) $\pm(2-4)$	4000 ± 40	0,19	0,6	28
ДБ32-2,5-4	2,5				0,36	1,1	31
ДБ32-4-4	4				0,55	2,4	34

Продолжение табл. 14.52

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	f_c , Гц	n , об/мин		$I_{\text{ном}}$, А	I_p , А	КПД, %
			при синхронизации внешним сигналом	при работе от внутреннего генератора			
ДБ32-6-4	6	200—400	(2000—4000) $\pm(2-4)$	4000 ± 40	0,68	3,3	39
ДБ40-10-4	10				1	5,4	44
ДБ40-16-4	16				1,45	9	49
ДБ50-25-4	25				2,40	13,5	53
ДБ25-1-6	1	300—600	(3000—6000) $\pm(3-6)$	6000 ± 60	0,19	0,6	28
ДБ25-2,5-6*	2,5				0,36	1,1	31
ДБ32-4-6	4				0,55	2,4	34
ДБ32-6-6	6				0,68	3,3	39
ДБ32-10-6	10				1	5,4	44
ДБ40-16-6	16				1,45	9	49
ДБ40-25-6	25				2,4	13,5	53

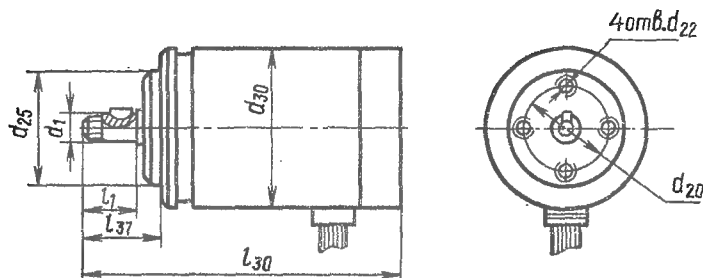
* Двигатель имеет два исполнения: нереверсивное и реверсивное (реверсивный двигатель допускает работу только от внутреннего генератора).

Примечания: 1. f_c — частота импульсов синхронизации внешнего управляющего сигнала; в указанных интервалах частот соотношение частот вращения и синхронизации 10:1.

2. Параметры импульсов синхронизации внешнего управляющего сигнала:

Длительность, мкс	2—5
Амплитуда, В	4—5
Полярность	Положительная

Таблица 14.53. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигателей серии ДБ-Д35



Продолжение табл. 14.53

Тип двигателя	d_{30}	d_1	d_{25}	d_{20}	d_{22}	l_{30}	l_1	l_{37}	Масса, кг
ДБ25-1-6	25	3	20	16	М2	46	10	12,6	0,11
ДБ25-1-4						51			0,12
ДБ25-2,5-6 ДБ25-1-3						55			0,14
ДБ32-4-6 ДБ32-2,5-4	32	4	25	20	М3	56	12	15	0,2
ДБ32-6-6 ДБ32-4-4 ДБ32-2,5-3						60			0,22
ДБ32-10-6 ДБ32-6-4 ДБ32-4-3 ДБ32-1-1						66			0,25
ДБ40-16-6 ДБ40-10-4 ДБ40-6-3	40	5	32	25	М4	70	14	17	0,38
ДБ40-25-6 ДБ40-16-4 ДБ40-10-3 ДБ40-2,5-1						80			0,45
ДБ50-25-4 ДБ50-16-3 ДБ50-4-1						80	16	19,5	0,7
ДБ50-25-3 ДБ50-6-1						94			0,85

Схемы включения двигателей серии ДБ-Д35 и соединения с коммутаторами представлены на рис. 14.34, 14.35.

Габаритные размеры коммутаторов и их масса для двигателей различной мощности приведены ниже:

Температура окружающей среды, °С:

для двигателя $-60 \div +70$

для коммутатора $-60 \div +70$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %

98

Гарантийная наработка, ч . . . 10 000

Условия эксплуатации двигателей серии ДБ-Д35

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц . . . 1—3000
ускорение, м/с² 200
Ударные нагрузки, м/с² . . . 400

Мощность двигателя, Вт	Габаритные размеры коммутатора, мм	Масса коммутатора, кг
1	82 × 53 × 38	0,2
2,5	82 × 53 × 38	0,21
4	82 × 75 × 38	0,32
10,16, 25	95 × 82 × 38	0,38

Номера выводов коммутатора	Назначение		
	Нереверсивные двигатели		Реверсивный двигатель
1, 3—8	К двигателю		К двигателю
2	Контроль частоты вращения		
9	—	Напряжение питания	
10	+		
11	—	Внешний управляющий сигнал	Контроль частоты вращения
12	+		Задание направления вращения
13	Внутренний генератор		

Рис. 14.34. Схема включения двигателей серии ДБ-Д35. Работа от внутреннего генератора осуществляется путем соединения выводов 12 и 13. Для реверсивного двигателя направление вращения задается путем соединения выводов 9 и 12 (правое вращение) или 9 и 13 (левое вращение)

Рис. 14.35. Схема соединения двигателей ДБ-Д35 с коммутаторами

Номера выводов коммутатора			1	2	3	4	5	6	7	8	10
Номера выводов двигателя	нереверсивного	правого вращения	2	—	3	7	6	1	5	8	4
		левого вращения	3	—	2	6	7	1	5	8	4
	реверсивного		1	2	7	6	5	8	3	9	—

14.2.10. Двигатель ДБУ32-4-6

Бесконтактный двигатель постоянного тока ДБУ32-4-6 — управляемый, реверсивный, с коммутатором в виде отдельного блока. Регулирование частоты вращения и реверс осуществляются изменением управляющего напряжения постоянного тока и его полярности. Режим работы — продолжительный. Крепление двигателя — фланцевое с упорным буртиком.

Технические данные двигателя ДБУ32-4-6

Напряжение питания, В . . .	24
Максимальное напряжение управления, В	6
Максимальная мощность, Вт	4
Частота вращения при холостом ходе и максимальном напряжении управления, об/мин	6000
Начальный пусковой момент, Н·м	0,022
Потребляемый ток при холостом ходе и максимальном напряжении управления, А	0,3

Напряжение трогания при холостом ходе, В	0,35
Начальный пусковой ток, А	2,1
Электромеханическая постоянная времени, мс	40
КПД, %	30
Входное сопротивление по цепи управления, кОм	2
Масса, кг:	
двигателя	0,3
коммутатора	0,4
Габаритные размеры коммутатора, мм	118 × 88 × 33

Условия эксплуатации двигателя ДБУ32-4-6

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—2000
ускорение, м/с ² :	
двигателя	200
коммутатора	100
Ударные нагрузки, м/с ² :	
двигателя	750
коммутатора	400

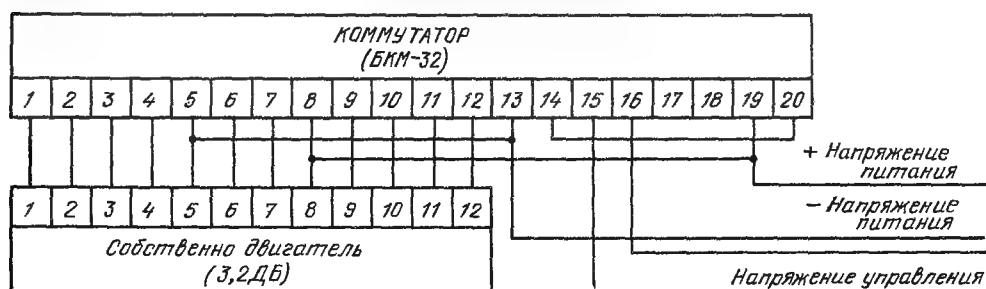


Рис. 14.36. Схема включения двигателя ДБУ32-4-6

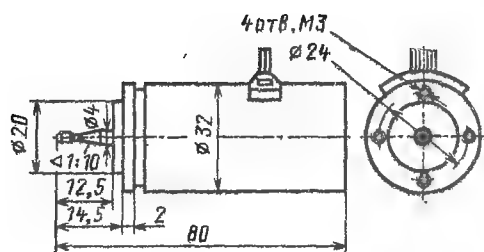


Рис. 14.37. Габаритные и установочные размеры двигателя ДБУ32-4-6

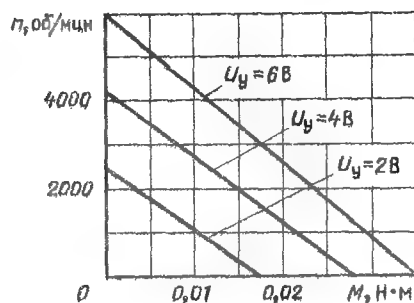


Рис. 14.38. Механические характеристики двигателя ДБУ32-4-6

Температура окружающей среды, °С:

двигателя $-60 \div +70$

коммутатора $-10 \div +55$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, % 98

Гарантийная наработка, ч 10 000

Схема включения двигателя ДБУ32-4-6 представлена на рис. 14.36, габаритные и установочные размеры — на рис. 14.37, механические характеристики — на рис. 14.38.

РАЗДЕЛ 15

ЭЛЕКТРОВЕНТИЛЯТОРЫ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МУФТЫ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

15.1. Электровентиляторы

15.1.1. Классификация и основные показатели

Электровентиляторы (ЭВ) — воздуходувные машины, в которых в одном агрегате объединены электродвигатель и аэродинамическая система.

Электровентиляторы применяются для охлаждения и создания необходимого теплового режима узлов и блоков радиоэлектронной и другой аппаратуры.

Применяются центробежные, диаметрально-осевые и смешанные ЭВ. Наиболее широкое применение получили осевые и центробежные ЭВ. Питания ЭВ делятся на ЭВ постоянного и переменного тока.

Осевые ЭВ характеризуются относительно большой производительностью при малых давлениях и применяются в объектах, имеющих большой объем и малое аэродинамическое сопротивление сети, а также для локального охлаждения наиболее нагретых мест аппаратуры. Центробежные ЭВ характеризуются большим давлением при относительно малой производительности и применяются в объектах с большим аэродинамическим сопротивлением сети.

Практически во всех случаях применения ЭВ имеют продолжительный режим работы. Основные параметры электровентиляторов приведены ниже:

Параметр	Условное обозначение
Напряжение питания, В	U
Частота напряжения питания (для ЭВ переменного тока), Гц	f
Число фаз	m
Номинальная производительность, м ³ /ч	$Q_{\text{ном}}$
Полное давление, Па	$H_{\text{п}}$
Статическое давление, Па	$H_{\text{ст}}$
Полезная аэродинамическая мощность, Вт	N
Потребляемый ток, А	$I_{\text{ном}}$
Потребляемая мощность, Вт	$P_{\text{ном}}$
Частота вращения, об/мин	n
Полный КПД, %	η
Коэффициент мощности вентиляторов переменного тока	$\cos \varphi$
Уровень звука (по шкале А), дБ	L_A

Главными аэродинамическими характеристиками ЭВ являются зависимости полного и статического давлений от производительности*: $H_{\text{п}} = f(Q)$; $H_{\text{ст}} = f(Q)$. Примерный вид этих характеристик представлен на рис. 15.1. Наибольшая производительность вентиля-

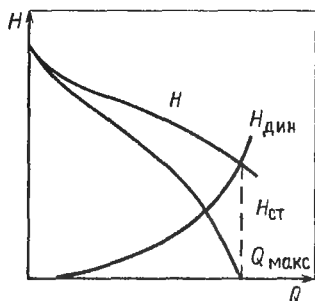


Рис. 15.1. Аэродинамическая характеристика электровентилятора

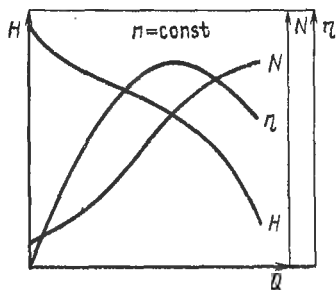


Рис. 15.2. Полная аэродинамическая характеристика электровентилятора

тора определяется точкой пересечения кривой полного давления и кривой динамического давления, вычисляемого по формуле

$$pH_{\text{дин}} = \frac{\rho}{2} v_{\text{вых}}^2,$$

где ρ — плотность воздуха; $v_{\text{вых}}$ — абсолютная скорость воздушного потока на выходе.

Зависимость статического давления от производительности представляет собой разность полного и динамического давлений.

Передаваемая воздуку полезная мощность вентилятора $N = QH$.

Коэффициент полезного действия ЭВ

$$\eta = QH/N_{\text{п}},$$

где $N_{\text{п}}$ — полная мощность на вентиляторном колесе.

Производительность вентилятора, соответствующая максимальному КПД, называется оптимальной $Q_{\text{опт}}$, а соответствующий режим работы вентилятора — оптимальным. Применять вентилятор при режимах работы с $\eta < 0,9\eta_{\text{max}}$ не рекомендуется.

Совокупность характеристик H , N и $\eta = f(Q)$ при $n = \text{const}$ называется полной характеристикой вентилятора (рис. 15.2). Полная характеристика наглядно отражает аэродинамические и энергетические свойства вентилятора и позволяет подобрать наиболее экономичный вентилятор.

15.1.2. Электровентиляторы серии ЭВ

Вентиляторы серии ЭВ — одно- и трехфазные, осевые, среднего давления, выполнены по одноступенчатой аэродинамической схеме рабочее колесо — спрямляющий аппарат. Режим работы — продолжительный.

Технические данные вентиляторов серии ЭВ приведены в табл. 15.1, габаритные

* По ГОСТ 10616-73

Таблица 15.1. Технические данные вентиляторов серии ЭВ

Тип вентилятора	U , В	f , Гц	m	C_p , мкФ	$Q_{ном}$, м ³ /ч	H_p , Па	$P_{ном}$, Вт	$I_{ном}$, А	$n_{ном}$, об/мин	L_A , дБ
ЭВ-0,2-1540	115	400	1	0,39	18	40	10	0,08	7000	50
ЭВ-0,2-1950	127	400	1	0,13	25	320	20	0,25	27 500	63
ЭВ-0,4-1950	127	1000	1	0,33	36	550	23	0,27	28 500	68
ЭВ-0,4-1610	36	1000	1	2,4	32	120	11	0,35	10 600	60
ЭВ-0,4-1640	115	400	1	0,22	32	120	11	0,11	10 600	60
ЭВ-0,5-1640	115	400	1	0,43	50	180	15	0,15	11 200	65
ЭВ-0,7-1640	115	400	1	0,47	70	200	18	0,25	11 200	65
ЭВ-0,7-3660	200	400	3	—	70	200	17	0,09	11 000	65
ЭВ-1-1640	115	400	1	0,68	100	250	31	0,35	10 600	70
ЭВ-1,4-1640	115	400	1	0,9	140	360	40	0,5	11 000	70
ЭВ-1,4-3660	200	400	3	—	140	320	45	0,2	10 400	73
ЭВ-2-3660	200	400	3	—	200	500	95	0,37	10 200	75
ЭВ-2,8-1640	115	400	1	2,4	280	500	120	1,4	10 600	75
ЭВ-2,8-3660	200	400	3	—	280	500	110	0,5	10 600	75
ЭВ-5,6-1640	115	400	1	5,6	560	800	280	3,2	10 800	85
ЭВ-5,6-3660	200	400	3	—	560	800	280	1,3	10 800	85
ЭВ-11-1640	115	400	1	15	1100	1200	800	8,5	11 000	90
ЭВ-11-3660	200	400	3	—	1100	1200	800	3,0	11 000	92

Условия эксплуатации вентиляторов серии ЭВ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ЭВ-0,2-1540, ЭВ-0,2-1950,	
ЭВ-0,4-1950, ЭВ-0,7-3660,	
ЭВ-1,4-3660, ЭВ-2,8-3660,	
ЭВ-5,6-3660	1—2000
остальных	1—1000

ускорение, м/с²:

ЭВ-0,2-1540, ЭВ-0,2-1950,	
ЭВ-0,4-1950, ЭВ-0,7-3660,	
ЭВ-1,4-3660, ЭВ-2,8-3660,	
ЭВ-5,6-3660	150
остальных	100
остальных	400

Ударные нагрузки, м/с² . . .

Температура окружающей среды, °С —60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч:

ЭВ-0,2-1540	5000
ЭВ-0,2-1950, ЭВ-0,4-1950 . .	500
ЭВ-2,8-1640, ЭВ-2,8-3660, . .	
ЭВ-5,6-1640, ЭВ-5,6-3660 . .	2000
остальных	3000

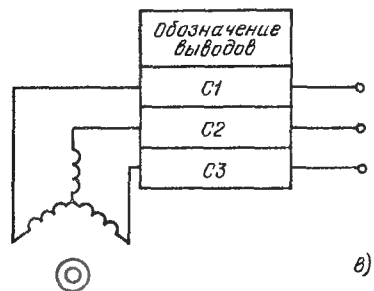
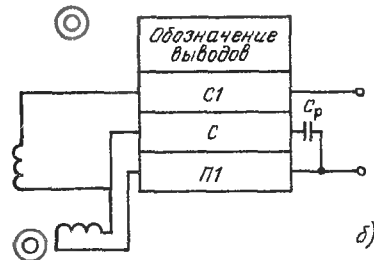
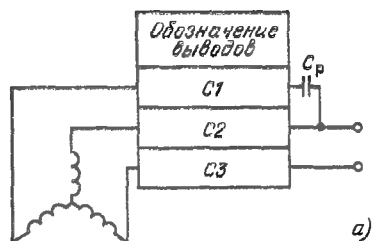
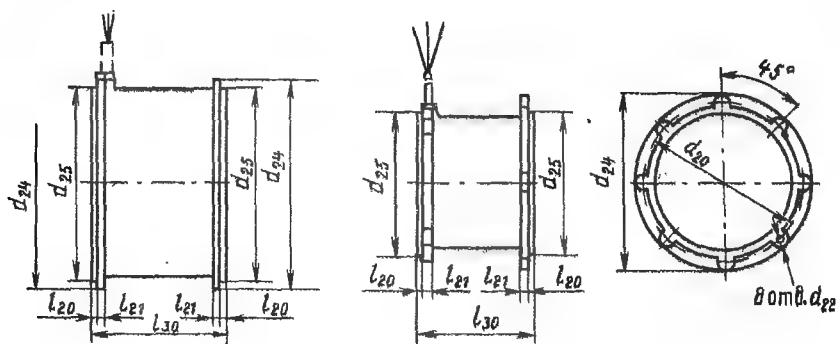


Рис. 15.3. Схемы включения электровентиляторов серии ЭВ:

а — однофазных; б — ЭВ-0,2-1540; в — трехфазных

Таблица 15.2. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов серии ЭВ



Тип вентилятора	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	l_{20}	l_{21}	l_{30}	Масса, кг
ЭВ-0,4-1610 ЭВ-0,4-1640 ЭВ-0,2-1950 ЭВ-0,2-1540	—	—	48	45	2	2	30,5	0,08
ЭВ-0,5-1640 ЭВ-0,4-1950			53	50	2		40,5	0,15
ЭВ-0,7-3660 ЭВ-0,7-1640			60	56			44,5	0,18
ЭВ-1-1640			67	63	2,5	2,5	42,5	0,23
ЭВ-1,4-3660			75	71			0,28	
ЭВ-1,4-1640			48,5	0,32				
ЭВ-2-3660			85	80	3	3,5	45,5	0,43
ЭВ-2,8-3660			95	90			50,5	0,52
ЭВ-2,8-1640			60,5	0,7				
ЭВ-5,6-3660	125	7	140	110	3,5	6	63,5	1,0
ЭВ-5,6-1640	75,5		1,3					
ЭВ-11-3660	155		170	140	4	8	100,5	2,3
ЭВ-11-1640			115,5	2,7				

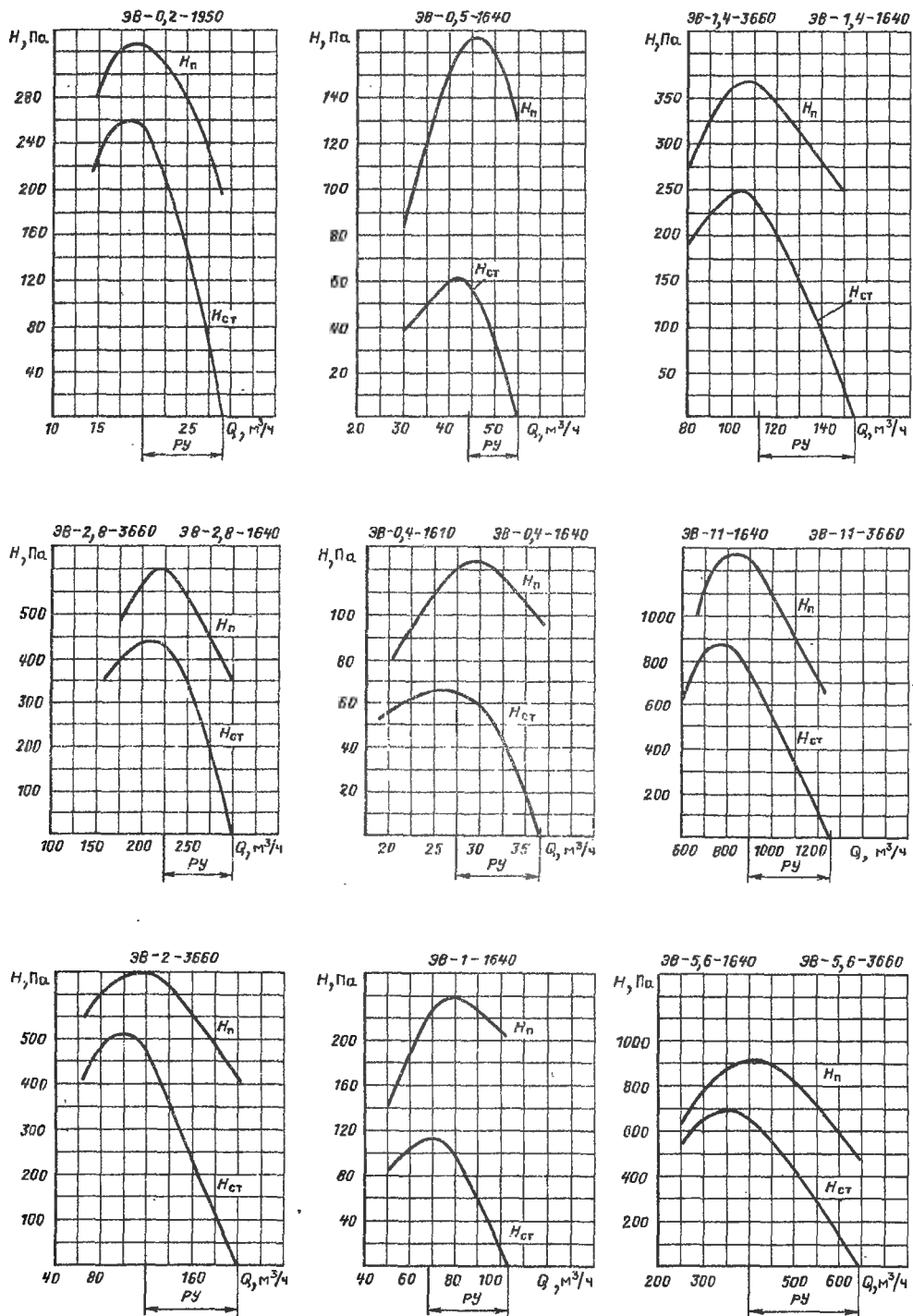
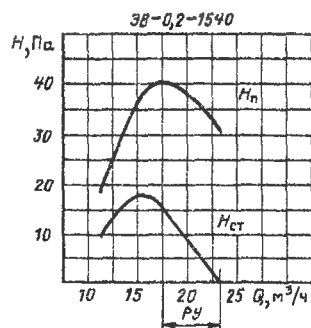
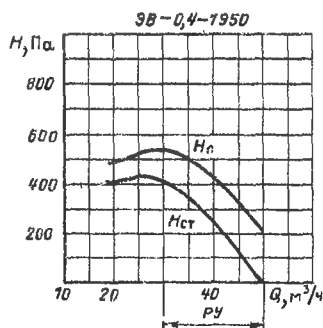
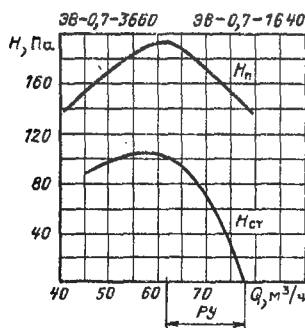


Рис. 15.4. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серии ЭВ: PY — рабочий участок характеристики



и установочные размеры и масса — в табл. 15.2.

Схемы включения вентиляторов серии ЭВ представлены на рис. 15.3, аэродинамические характеристики — на рис. 15.4.

15.1.3. Электровентиляторы 0,5ЭВ-0,7-20-4620, 0,63ЭВ-1,4-32-4620

Вентиляторы 0,5ЭВ-0,7-20-4620, 0,63ЭВ-1,4-32-4620 — осевые, единого исполнения, среднего давления, выполнены по одноступенчатой схеме рабочее колесо — спрямляющий аппарат с питанием от сети постоянного тока. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов 0,5ЭВ-0,7-20-4620 и 0,63ЭВ-1,4-32-4620 приведены в табл. 15.3, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.4.

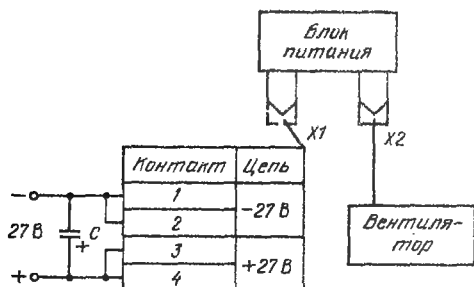


Рис. 15.5. Схема включения электровентиляторов 0,5ЭВ-0,7-20-4620 и 0,63ЭВ-1,4-32-4620. Значения емкости конденсатора C приведены в таблице:

Источник питания	Аккумулятор	Выпрямитель	Генератор постоянного тока
Емкость конденсатора C , мкФ	0	Не менее 300	

(X1 — вилка РС4ТВ; X2 — вилка РС7ТВ)

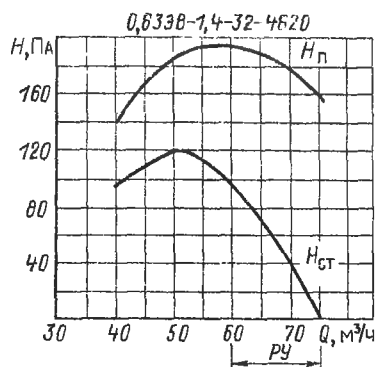
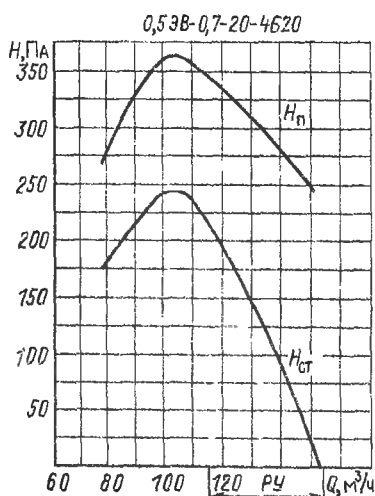


Рис. 15.6. Аэродинамические характеристики электровентиляторов 0,5ЭВ-0,7-20-4620; 0,63ЭВ-1,4-32-4620:

ПУ — рабочий участок характеристики.

**Условия эксплуатации вентиляторов
0,5ЭВ-0,7-20-4620 и 0,63ЭВ-1,4-32-4620**

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 1—2000

ускорение, м/с^2 150

Ударные нагрузки, м/с^2 400

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +70$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 98

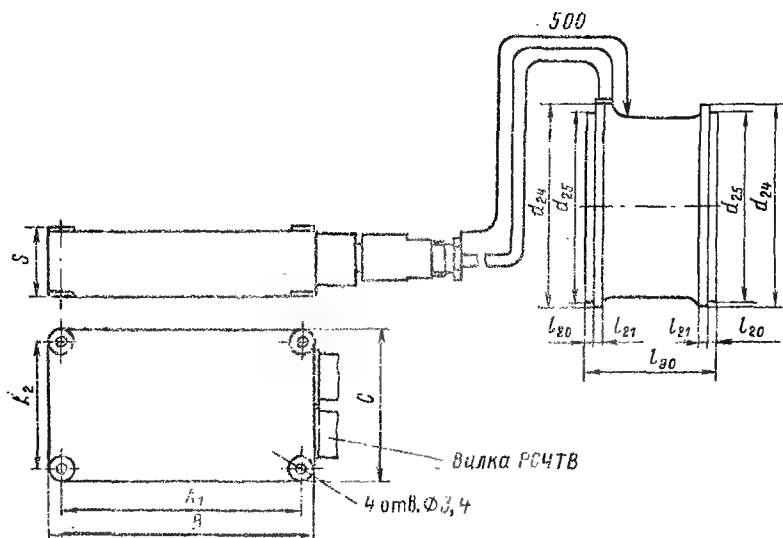
Гарантийная наработка, ч 3000

**Таблица 15.3. Технические данные
вентиляторов 0,5ЭВ-0,7-20-4620,
0,63ЭВ-1,4-32-4620 (напряжение питания 27 В)**

Тип вентилятора	$Q_{\text{ном}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$	$H_{\text{п}}$, Па	$I_{\text{ном}}$, А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	L_A , дБ
0,5ЭВ-0,7-20-4260	70	200	1,2	10 600	70
0,63ЭВ-1,4-32-4260	140	320	2,55	10 800	80

Схемы включения электроventильторов 0,5ЭВ-0,7-20-4620 и 0,63ЭВ-1,4-32-4620 приведены на рис. 15.5, аэродинамические характеристики — на рис. 15.6.

**Таблица 15.4. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов
0,5ЭВ-0,7-20-4620 и 0,63ЭВ-1,4-32-4620**



Тип вентилятора	d_{24}	d_{25}	l_{20}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}	l_{25}	l_{26}	l_{27}	l_{28}	l_{29}	l_{30}	l_{31}	l_{32}	l_{33}	l_{34}	l_{35}	l_{36}	l_{37}	l_{38}	l_{39}	l_{40}	Масса вентилятора, кг	Масса блока питания, кг
0,5ЭВ-0,7-20-4620	60	56	2,5	1,5	44,5	72	50	20	63	41	0,35	0,1													
0,63ЭВ-1,4-32-4620	75	71	2,5	2,5	42,5	93	51	23	85	42	0,5	0,15													

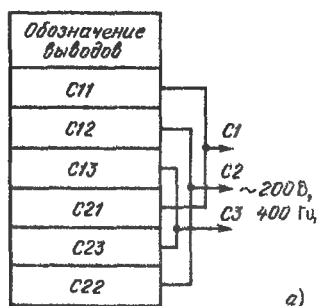
**15.1.4. Электроventильторы
0,63ЭВ-1,4-80-3661, 0,8ЭВ-2,8-120-3661,
1,0ЭВ-5,6-200-3661**

Вентиляторы 0,63ЭВ-1,4-80-3661, 0,8ЭВ-2,8-120-3661, 1,0ЭВ-5,6-200-3661 — трехфазные осевые, единого исполнения, высоко-го давления, выполнены по двухступенчатой

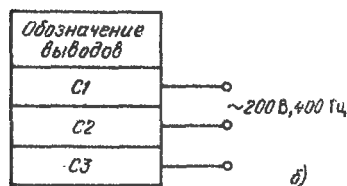
аэродинамической схеме рабочее колесо — рабочее колесо встречного вращения. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов приведены в табл. 15.5.

Схемы включения вентиляторов 0,63ЭВ-1,4-80-3661, 0,8ЭВ-2,8-120-3661, 1,0ЭВ-5,6-200-3661 приведены на рис. 15.7,



а)



б)

Рис. 15.7. Схемы включения электроventильторов:

а — 0,63ЭВ-1,4-80-3661 и 0,8ЭВ-2,8-120-3661; б — 1,0ЭВ-5,6-200-3661

Условия эксплуатации ventильторов
0,63ЭВ-1,4-80-3661, 0,8ЭВ-2,8-120-3661,
1,0ЭВ-5,6-200-3661

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 1—2000

ускорение, м/с² 100Ударные нагрузки, м/с² 400

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч:

0,63ЭВ-1,4-80-3661 3000

0,8ЭВ-2,8-120-3661, 2000

1,0ЭВ-5,6-200-3661 2000

габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.6 и на рис. 15.8, аэродинамические характеристики — на рис. 15.9.

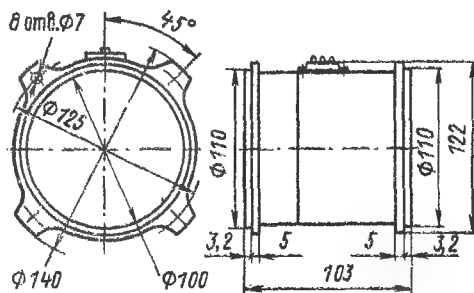
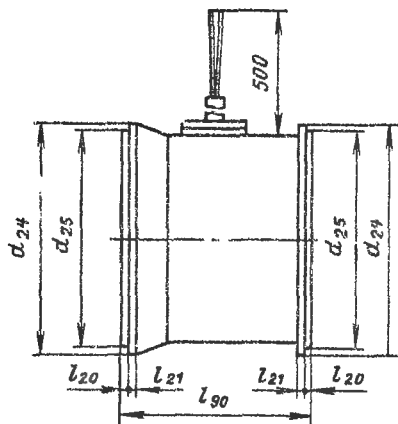


Рис. 15.8. Габаритные и установочные размеры электроventильтора 1,0ЭВ-5,6-200-3661

Таблица 15.6. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса ventильторов 0,63ЭВ-1,4-80-3661, 0,8ЭВ-2,8-120-3661



Тип ventильтора	d_{24}	d_{25}	l_{20}	l_{21}	l_{90}	Масса, кг
0,63ЭВ-1,4-80-3661	75	71	2,5	2,5	63	0,5
0,8ЭВ-2,8-120-3661	95	90	3,2	3,8	81	1,0

Таблица 15.5. Технические данные ventильторов 0,63ЭВ-1,4-80-3661, 0,8ЭВ-2,8-120-3661 и 1,0ЭВ-5,6-200-3661 (напряжение питания 200 В, частота напряжения питания 400 Гц)

Тип ventильтора	$Q_{\text{ном}}$, м ³ /ч	$H_{\text{п}}$, Па	$P_{1\text{ном}}$, Вт	$I_{\text{ном}}$, А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	L_A , дБ
0,63ЭВ-1,4-80-3661	140	80	100	0,45	10 200	85
0,8ЭВ-2,8-120-3661	280	120	275	1,3	10 400	90
1,0ЭВ-5,6-200-3661	560	200	700	2,8	10 700	102

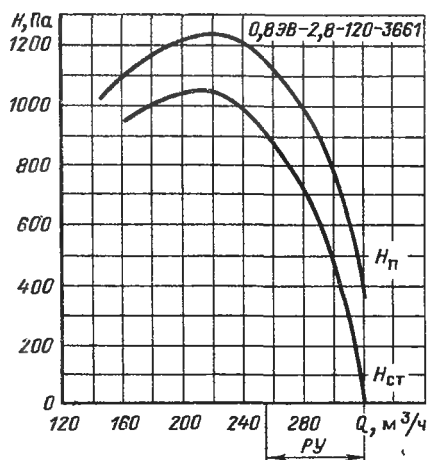
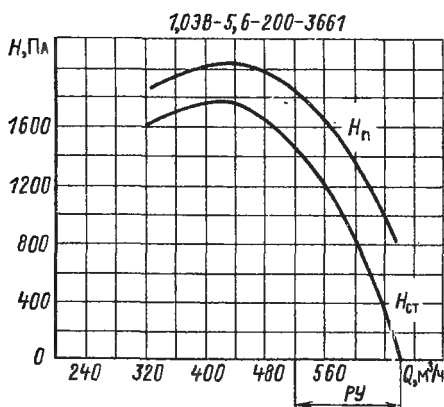
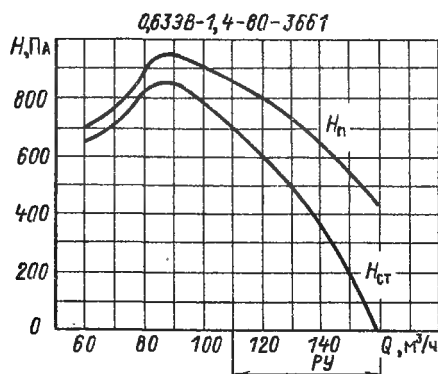


Рис. 15.9. Аэродинамические характеристики электроventильторов:

PY — рабочий участок характеристики

Относительная влажность воздуха, %:

1,0ЭВ-1,4-4-3270У4 и	
1,25ЭВ-2,8-6-3270У4	при
температуре 35°C	98
1,0ЭВ-1,4-4-3270У4 и	
1,25ЭВ-2,8-6-3270У4	при
температуре 25°C	80

Гарантийная наработка, ч 10 000

15.1.5. Электроventильторы

1,0ЭВ-1,4-4-3270У4(Т4);

1,25ЭВ-2,8-6-3270У4(Т4)

Вентиляторы 1,0ЭВ-1,4-4-3270У4(Т4); 1,25ЭВ-2,8-6-3270У4(Т4) — одно- и трехфазные, осевые, единого исполнения, низкого давления, выполнены по одноступенчатой схеме рабочее колесо — спрямляющий аппарат. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов 1,0ЭВ-1,4-4-3270У4(Т4) и 1,25ЭВ-2,8-6-3270У4(Т4) приведены в табл. 15.7, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.8.

Условия эксплуатации вентиляторов

1,0ЭВ-1,4-4-3270У4(Т4) и

1,25ЭВ-2,8-6-3270У4(Т4)

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	10—80
ускорение, m/c^2	50
Ударные нагрузки, m/c^2	150
Температура окружающей среды, °C	—40 ÷ +70

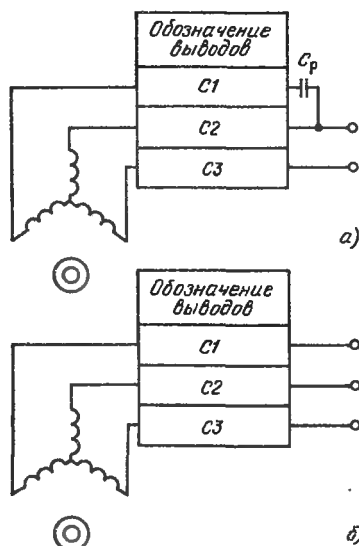


Рис. 15.10. Схемы включения электроventильторов 1,0ЭВ-1,4-6-3270У4(Т4) и 1,25ЭВ-2,8-6-3270У4(Т4) в однофазную (а) и трехфазную сети (б)

Таблица 15.7. Технические данные электровентиляторов 1,0ЭВ-1,4-4-3270У4 (Т4)
и 1,25ЭВ-2,8-6-3270У4 (Т4)

Тип вентилятора	U, В	f, Гц	m	C _p , мкФ	Q _{ном} , м³/ч	H _ц , Па	P _{1 ном} , Вт	I _{ном} , А	n _{ном} , об/мин	L _A , дБ
1,0ЭВ-1,4-4-3270У4, 1,0ЭВ-1,4-4-3270Т4	220	50	1	1	140	40	15	0,07	2600	60
1,0ЭВ-1,4-4-3270У4, 1,0ЭВ-1,4-4-3270Т4	220	50	3	—	140	40	18	0,07	2600	60
1,25ЭВ-2,8-6-3270У4, 1,25ЭВ-2,8-6-3270Т4	220	50	1	1,5	280	60	25	0,12	2700	65
1,25ЭВ-2,8-6-3270У4, 1,25ЭВ-2,8-6-3270Т4	220	50	3	—	280	60	28	0,17	2700	65

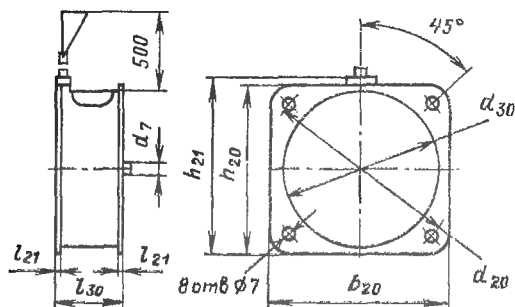


Таблица 15.8. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов 1,0ЭВ-1,4-4-3270У4 (Т4);
1,25ЭВ-2,8-6-3270У4 (Т4)

Тип вентилятора	b ₂₀	d ₇	d ₂₀	d ₃₀	l ₂₁	l ₃₀	h ₂₀	h ₂₁	Масса, кг
1,0ЭВ-1,4-4-3270Т4, 1,0ЭВ-1,4-4-3270У4	110	3	125	100	5	42,5	110	113,5	0,45
1,25ЭВ-2,8-6-3270Т4, 1,25ЭВ-2,8-6-3270У4	140	4	155	125	6	50,5	140	143	0,8

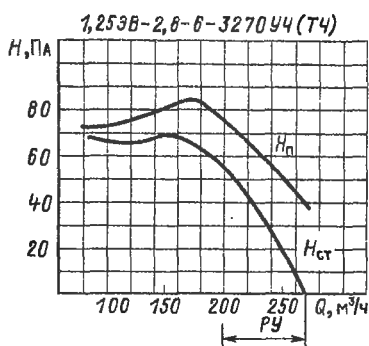
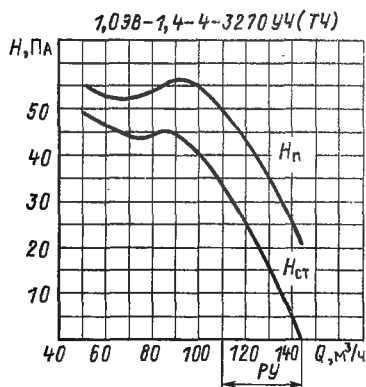


Рис. 15.11. Аэродинамические характеристики электровентиляторов 1,0ЭВ-1,4-4-3270У4 (Т4) и 1,25ЭВ-2,8-6-3270У4 (Т4):

ПУ — рабочий участок характеристики

Схемы включения вентиляторов 1,0ЭВ-1,4-4-3270У4(Т4) и 1,25ЭВ-2,8-6-3270У4(Т4) в однофазную и трехфазную сеть приведены на рис. 15.10, аэродинамические характеристики — на рис. 15.11.

15.1.6. Электровентиляторы ДВО-0,5-400, ДВО-0,7-400, ДВО-1-400

Вентиляторы ДВО-0,5-400, ДВО-0,7-400, ДВО-1-400 — однофазные, осевые, единого исполнения, среднего и высокого давления, выполнены по одноступенчатой схеме направляющий аппарат — рабочее колесо. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов ДВО-0,5-400, ДВО-0,7-400 и ДВО-1-400 приведены в табл. 15.9.

Схема включения вентиляторов ДВО представлена на рис. 15.12, габаритные и установочные размеры — на рис. 15.13, аэродинамические характеристики — на рис. 15.14.

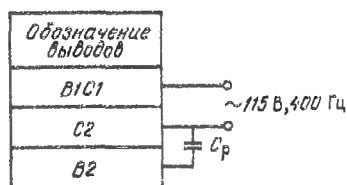


Рис. 15.12. Схема включения электровентиляторов серии ДВО

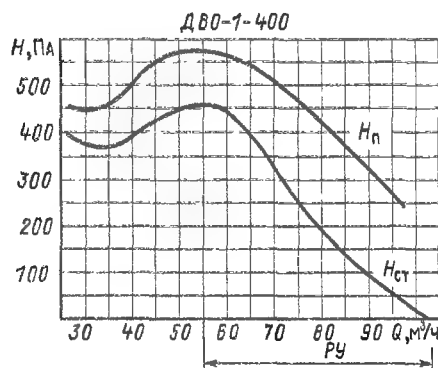
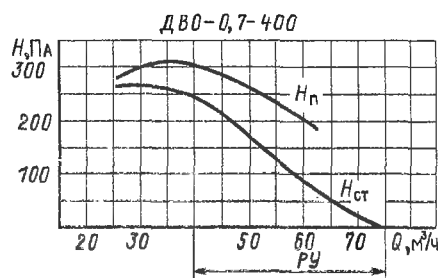
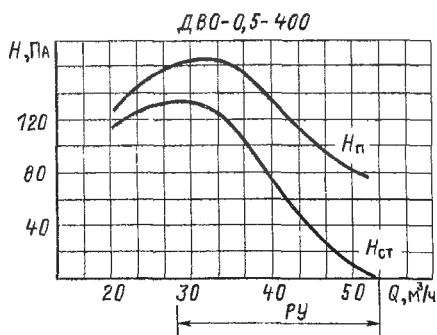
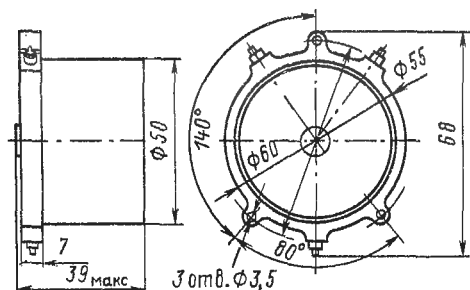


Рис. 15.14. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серии ДВО:
РУ — рабочий участок характеристики

Рис. 15.13. Габаритные и установочные размеры электровентиляторов серии ДВО

Таблица 15.9. Технические данные вентиляторов ДВО-0,5-400, ДВО-0,7-400 и ДВО-1-400

Тип вентилятора	U, В	f, Гц	C _p , мкФ	Q _{ном} , м³/ч	H _п , Па	P _{1 ном} , Вт	I _{ном} , А	n _{ном} , об/мин	L _A , дБ
ДВО-0,5-400	115	400	0,15	36	160	15	0,14	9500	60
ДВО-0,7-400	115	400	0,22	50	250	35	0,33	13 300	73
ДВО-1-400	115	400	0,33	70	500	50	0,46	19 000	80

Условия эксплуатации вентиляторов ДВО-0,5-400, ДВО-0,7-400 и ДВО-1-400

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 1—2000

ускорение, м/с² 100

Ударные нагрузки, м/с² 400

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч:

ДВО-0,5-400 3000

ДВО-0,7-400 и ДВО-1-400 2000

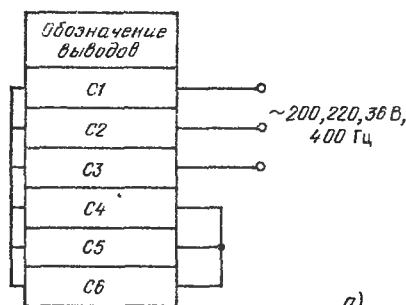
Масса, кг 0,135

15.1.7. Электровентиляторы серии 2ДВО

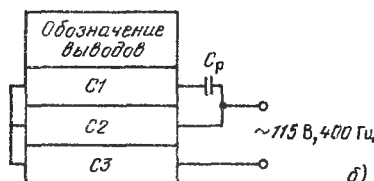
Вентиляторы серии 2ДВО — одно- и трехфазные, осевые, единого исполнения, высокого давления, выполнены по двухступенчатой аэродинамической схеме рабочее колесо — рабочее колесо встречного вращения. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов серии 2ДВО приведены в табл. 15.10, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.11.

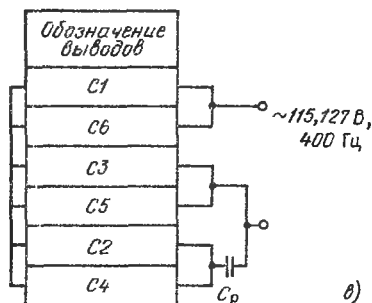
Схемы включения трехфазных и однофазных вентиляторов серии 2ДВО приведены на рис. 15.15, а, б, схема включения трехфазных вентиляторов серии 2ДВО в однофазную сеть — на рис. 15.15, в, аэродинамические характеристики вентиляторов — на рис. 15.16.



а)



б)



в)

Рис. 15.15. Схема включения электровентиляторов серии 2ДВО:

а — трехфазных; б — однофазных; в — трехфазных в однофазную сеть

Таблица 15.10. Технические данные электровентиляторов серии 2ДВО

Тип вентилятора	U, В	f, Гц	m	C _р , мкФ	Q _{ном} , м ³ /ч	H _п , Па	P _{1 ном} , Вт	I _{ном} , А	n _{ном} , об/мин	L _д , дБ
2ДВО-18.20-361	36	400	3	—	18	200	11,5	0,3	10 200	60
2ДВО-18.20-164	115	400	1	0,33	18	200	11,5	0,11	10 200	66
2ДВО-25.25-361	36	400	3	—	25	250	14,5	0,36	10 200	65
2ДВО-25.25-164	115	400	1	0,47	25	250	15,5	0,16	10 200	65
2ДВО-36.32-366	200	400	3	—	36	320	19	0,11	10 600	68
2ДВО-50.40-366	200	400	3	—	50	400	25	0,14	10 500	72
2ДВО-0,7.60-366	200	400	3	—	70	500	37	0,23	10 600	77
2ДВО-0,7.60-367	200	400	3	—	70	500	37	0,21	10 600	77
2ДВО-100.65-366	200	400	3	—	100	650	52	0,26	10 700	80

Примечание. Допускается работа электровентиляторов 2ДВО-36.32-366, 2ДВО-50.40-366 и 2ДВО-100.65-366 при включении в сеть с напряжением 220 В.

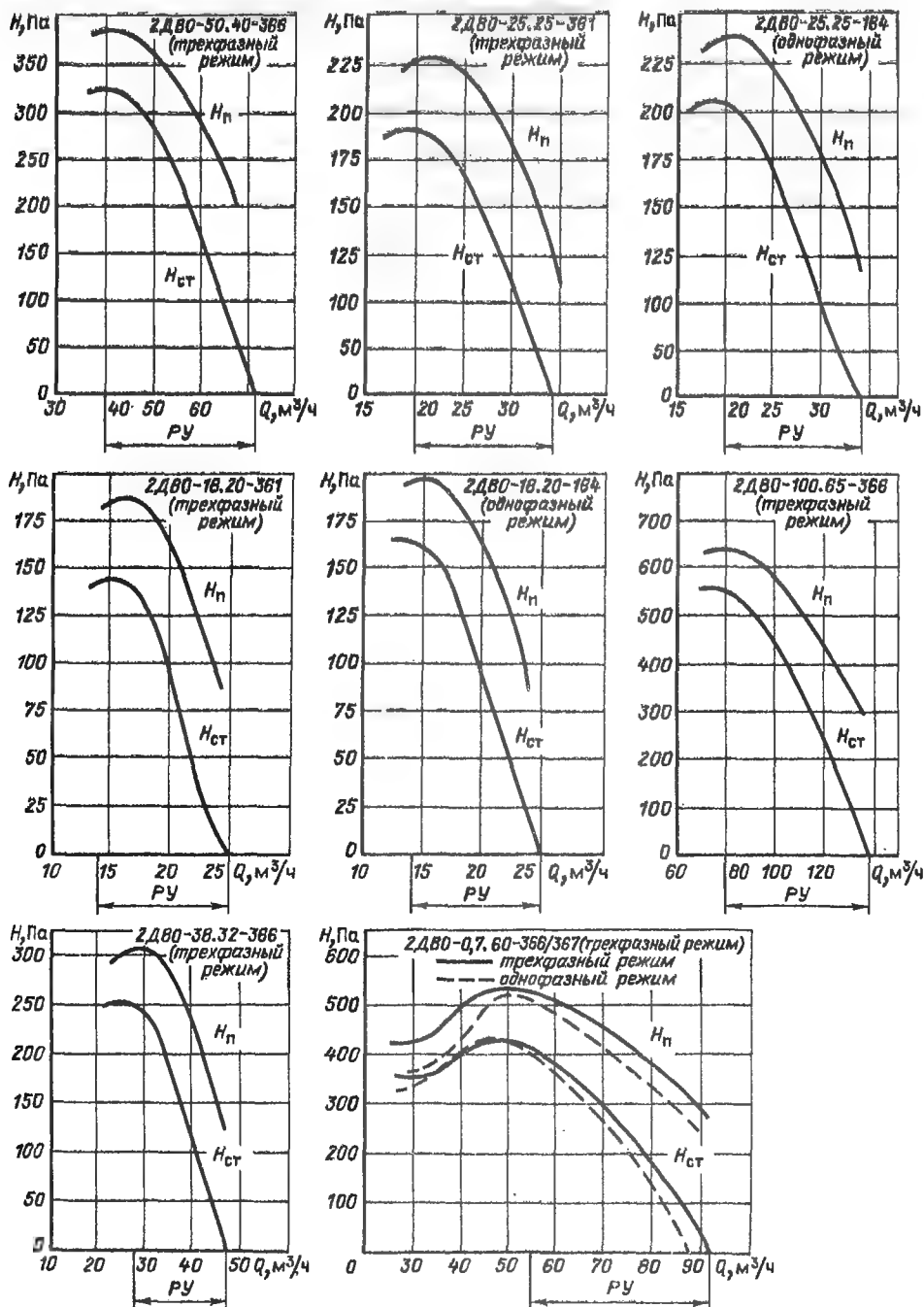
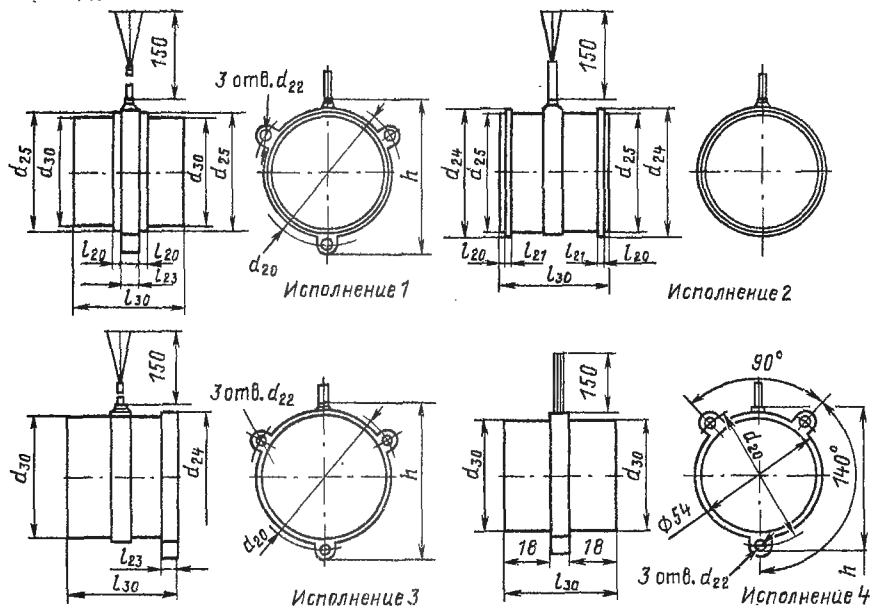


Рис. 15.16. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серии 2ДВО:
ПУ — рабочий участок характеристики

Таблица 15.11. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов серии 2ДВО



Тип вентилятора	Исполнение	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	d_{30}	l_{20}	l_{21}	l_{23}	l_{90}	h	Масса, кг	
2ДВО-100.65-366	1	75	4,8	—	63	60	2,5	—	9	56	80	0,25	
2ДВО-50.40-366		63			50	48				48	68	0,13	
2ДВО-36.32-366		56	3,6		45	43	45			61	0,11		
2ДВО-25.25-164 2ДВО-25.25-361		50			40	38,5	40			55	0,08		
2ДВО-18.20-164 2ДВО-18.20-361		45			3,1	36	34,5			36	51	0,06	
2ДВО-100.65-366		2			—	1,5	—			56	—	0,25	
2ДВО-50.40-366	48		0,13										
2ДВО-36.32-366	45		0,11										
2ДВО-25.25-164 2ДВО-25.25-361	40		0,08										
2ДВО-18.20.164 2ДВО-18.20-361	36		0,06										
2ДВО-100.65-366	3		75	4,8				64	—	—		9	56
2ДВО-50.40-366		63	52		48	48	68	0,13					
2ДВО-36.32-366		56	3,6	46	—	45	61	0,11					
2ДВО-25.25-164 2ДВО-25.25-361		50		41		38,5	40	55			0,08		
2ДВО-18.20-164 2ДВО-18.20-361		45		3,1		37	34,5	36			51		0,06
2ДВО-0,7.60-366 2ДВО-0,7.60-367		4		60		3,5	—	—			50		—

Условия эксплуатации вентиляторов серии 2ДВО

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 1—2000

ускорение, м/с^2 100

Ударные нагрузки, м/с^2 400

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +100$

Относительная влажность при температуре 40°C , % 98

Гарантийная наработка, ч:

2ДВО-0,7.60-366/367 5000

остальных 3000

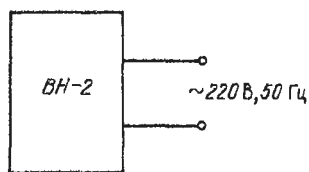


Рис. 15.17. Схема включения электровентилятора ВН-2

15.1.8. Электровентилятор ВН-2

Вентилятор ВН-2 — однофазный, осевой, единого исполнения, низкого давления, выполнен по одноступенчатой схеме рабочее колесо — спрямляющий аппарат. Режим работы — продолжительный.

Схема включения вентилятора ВН-2 приведена на рис. 15.17, габаритные и установочные размеры — на рис. 15.18, аэродинамическая характеристика — на рис. 15.19.

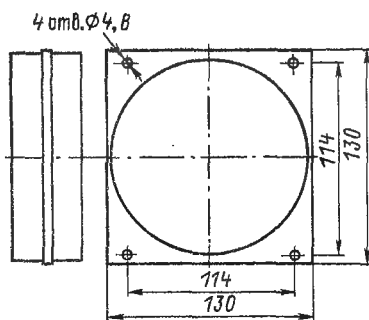


Рис. 15.18. Габаритные и установочные размеры электровентилятора ВН-2

Технические данные вентилятора ВН-2

Напряжение питания, В 220

Частота напряжения питания, Гц 50

Производительность при статическом давлении, равном нулю, $\text{м}^3/\text{ч}$ 138

Статическое давление при производительности, равной нулю, Па 35

Потребляемый ток, А 0,095

Потребляемая мощность, Вт 18

Частота вращения, об/мин 2200

Уровень шума (по шкале А), дБ 60

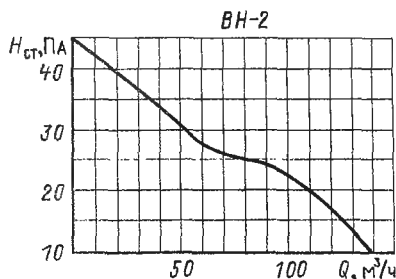


Рис. 15.19. Аэродинамическая характеристика электровентилятора ВН-2

Условия эксплуатации вентилятора ВН-2

Вибрационные нагрузки:

частота, Гц 25

амплитуда, мм 0,1

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-10 \div +60$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 95

Гарантийная наработка, ч 10 000

Масса, кг 0,55

15.1.9. Электровентиляторы серии ВО

Вентиляторы серии ВО — осевые, трехфазные, встроенного исполнения, среднего давления, выполнены по одноступенчатой схеме рабочее колесо — спрямляющий аппарат. Режим работы — продолжительный. Электровентиляторы ВО представляют собой совмещенную конструкцию вентилятора с электродвигателем ДАТ.

Основные технические данные вентиляторов серии ВО приведены в табл. 15.12, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.13.

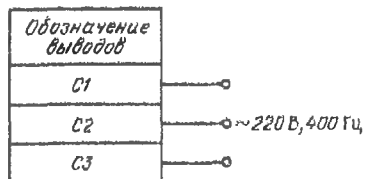


Рис. 15.20. Схема включения электровентиляторов серии ВО

Условия эксплуатации вентиляторов серии ВО

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 5—600

ускорение, м/с^2 7,5

Ударные нагрузки, м/с^2 1500

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +100$

Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , % 98

Гарантийная наработка, ч 5000

Схема включения вентиляторов серии ВО приведена на рис. 15.20, аэродинамические характеристики — на рис. 15.21.

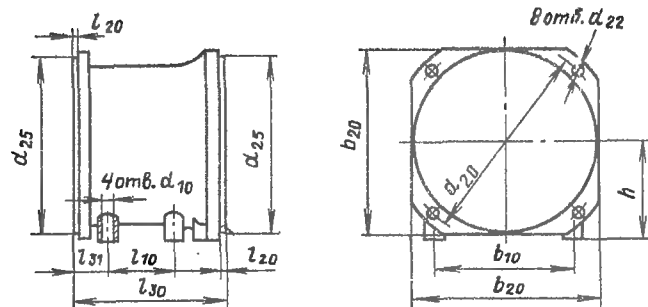


Таблица 15.13. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса электровентиляторов серии ВО

Тип вентилятора	b_{20}	l_{30}	l_{20}	l_{31}	l_{10}	b_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{10}	h	Масса, кг
8ВО-2-2	70	57	2	—	—	—	75	4,5	63	—	—	0,35
11ВО-3-2	78	76					84		75			0,60
16ВО-4-2	90	88					95		85			0,75
25ВО-5-2	100	80					105	5,5	95			0,8
33ВО-6-2	110	94					118		108			1,4
45ВО-8-2	122	110	4	—	—	—	132	6,6	120	—	—	1,8
59ВО-6-2	145	127					155		135			2,5
82ВО-7-2	171	155					184	9	168			4,8
123ВО-9-2	200	181	4	30	95	110	210		192	10	105	6,7

Продолжение табл. 15.13

Тип вентилятора	b_{20}	l_{30}	l_{20}	l_{31}	l_{10}	b_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{10}	h	Масса, кг
176BO-11-2	220	170	3	35	100	120	230	7	215	8	112	9
220BO-6-2	225	181	4	30	95	110	235	9	216	10	114	11,5
242BO-14-2	250	213	5	40	115	140	260		240		130	8

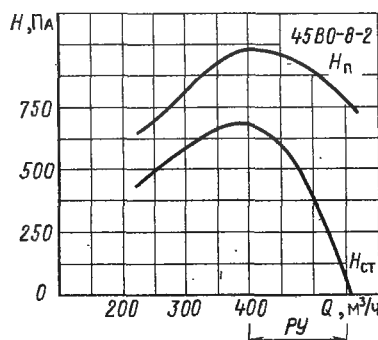
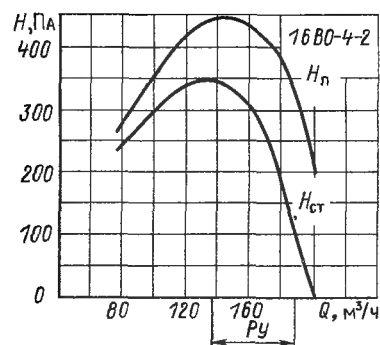
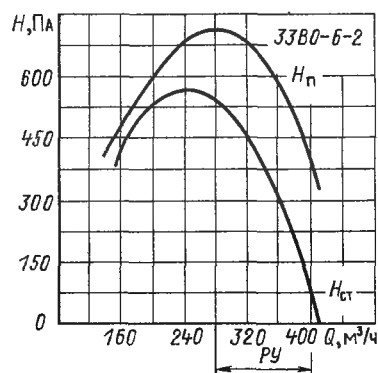
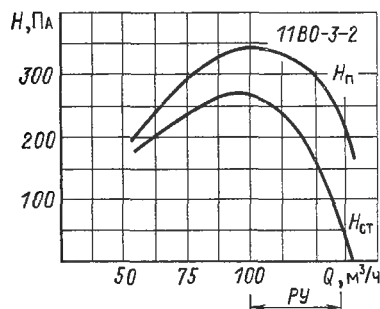
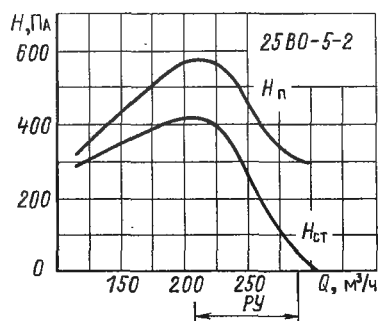
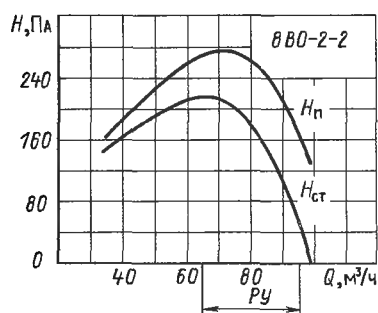
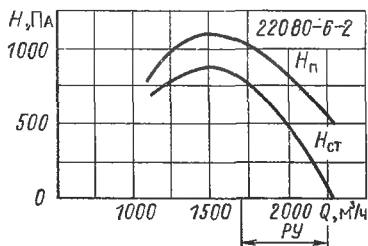
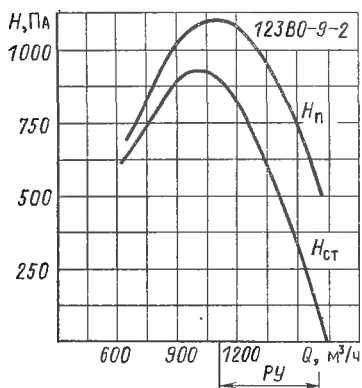
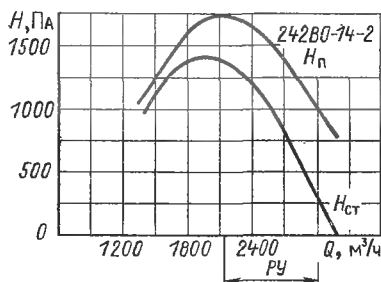
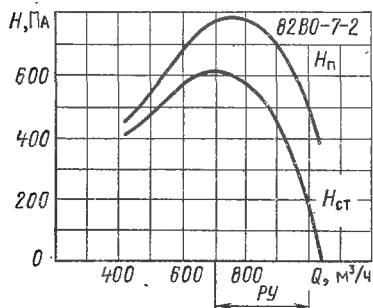
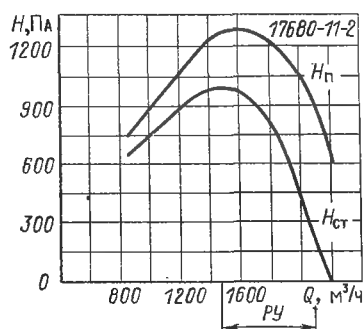
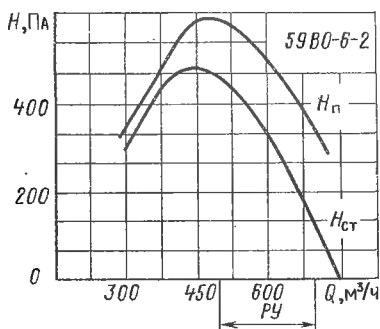


Рис. 15.21. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серии ВО:
 P_Y — рабочий участок характеристики



Продолжение рис. 15.12

15.1.10. Электровентиляторы серии ВО-А

Вентиляторы серии ВО-А — осевые, трехфазные встроеного исполнения, среднего давления, выполнены по одноступенчатой схеме рабочее колесо — спрямляющий аппарат. Режим работы — продолжительный. Электровентиляторы представляют собой совмещенную конструкцию вентилятора с электродвигателем серии ДА.

Основные технические данные вентиляторов серии ВО-А приведены в табл. 15.14.

Условия эксплуатации вентиляторов серии ВО-А

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 5—1000

ускорение, м/с^2 100

Ударные нагрузки, м/с^2 350

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +100$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 98

Гарантийная наработка, ч 5000

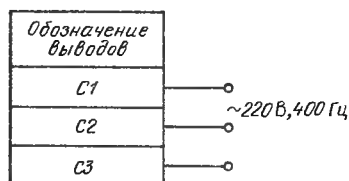


Рис. 15.22. Схема включения электровентиляторов серии ВО-А

Схема включения вентиляторов серии ВО-А приведена на рис. 15.22, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.15 и на рис. 15.23, 15.24, аэродинамические характеристики — на рис. 15.25.

Таблица 15.14. Технические данные вентиляторов серии ВО-А (напряжение питания 220 В, частота напряжения питания 400 Гц)

Тип вентилятора	$Q_{\text{ном}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$H_{\text{п}}, \text{ Па}$	$H_{\text{ст}}, \text{ Па}$	КПД, %	$I_{\text{ном}}, \text{ А}$	$P_{\text{ном}}, \text{ Вт}$	$n_{\text{ном}}, \text{ об/мин}$	$L_A, \text{ дБ}$
12ВО-2-2А	135	200	120	65	0,16	33	7000	72
12ВО-2-2АМ	120	180	160	50	0,15	30	7000	68
12ВО-2-2АБ	125	180	60	70	0,15	30	7000	72
12ВО-2-2АБМ	120	150	130	60	0,15	30	7000	70
47ВО-7-2А	465	750	500	70	0,7	170	11 000	77
75ВО-8-2А	800	850	500	70	1,1	320	11 000	83
140ВО-9-2А	1300	900	600	70	1,85	550	11 400	82
220ВО-12-2А	2000	1200	800	70	3,5	1100	11 400	86
40ВО-6,5-2А	400	600	500	65	0,7	170	11 400	75
80ВО-10-2А	800	1000	950	70	1,85	550	11 400	84

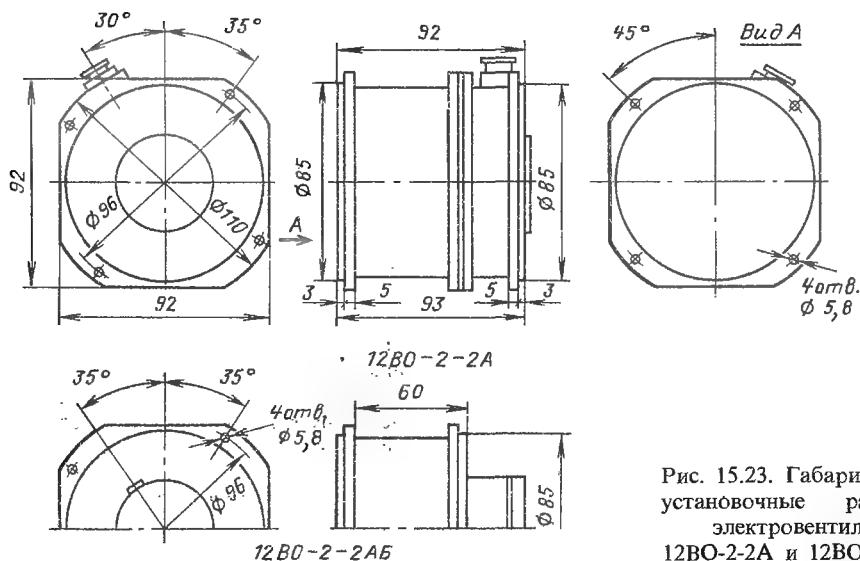


Рис. 15.23. Габаритные и установочные размеры электровентиляторов 12ВО-2-2А и 12ВО-2-2АБ

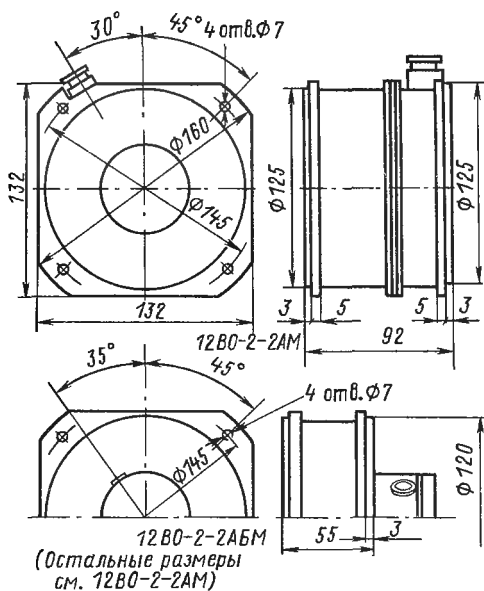


Рис. 15.24. Габаритные и установочные размеры электровентиляторов 12BO-2-2AB и 12BO-2-2ABM

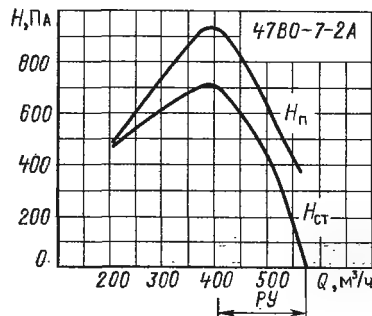
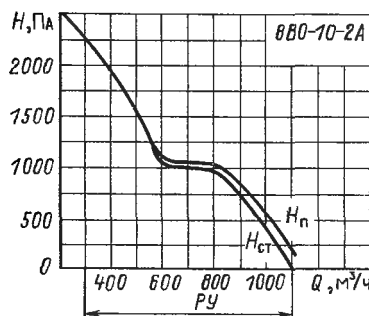
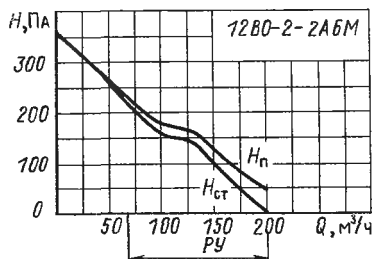
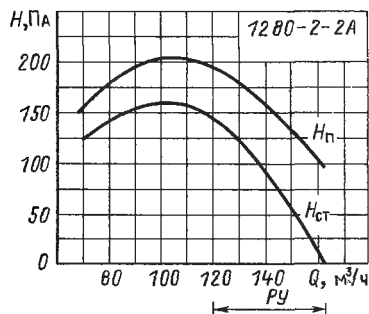
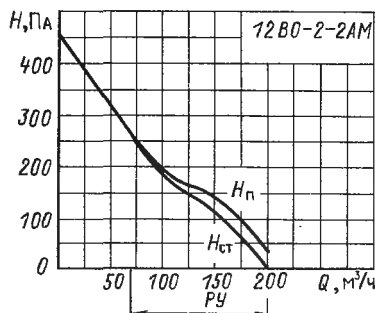
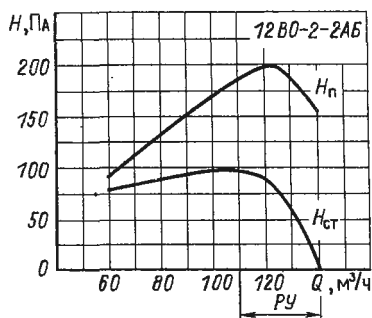


Рис. 15.25. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серии ВО:
 P_Y — рабочий участок характеристики

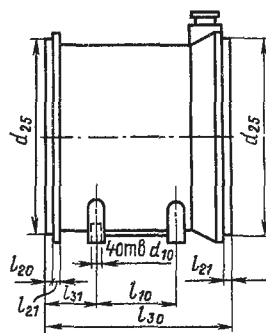
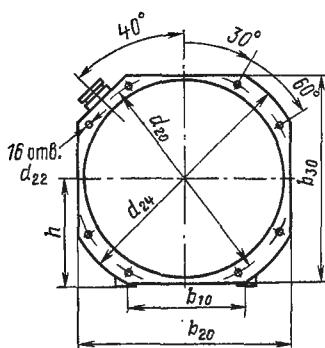
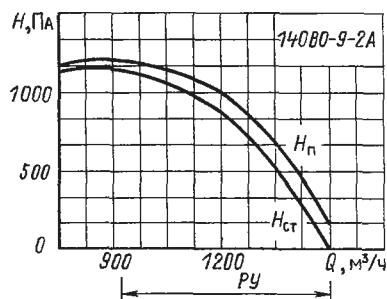
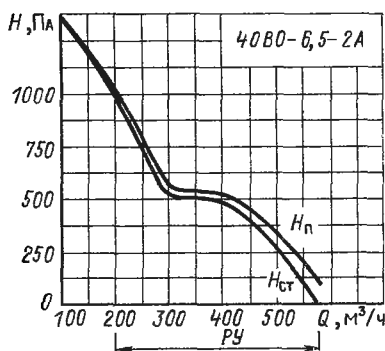
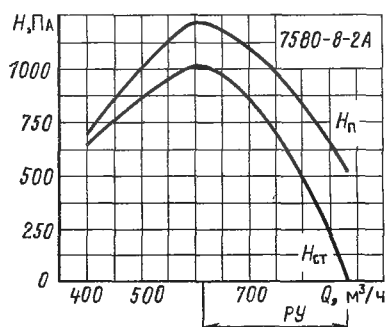
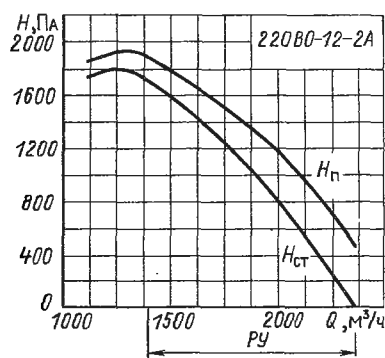


Таблица 15.15. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов 220BO-12-2A, 140BO-9-2A, 75BO-8-2A, 47BO-7-2A, 40BO-6,5-2A, 80BO-10-12A

Тип вентилятора	b_{20}	l_{30}	l_{20}	l_{21}	l_{31}	l_{10}	b_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	d_{10}	h	Масса, кг
220BO-12-2A	227	180	5	10	25	95	110	235	9	255	216	10	114	7,8
140BO-9-2A	205	155				65		210		230	192		105	5,1
75BO-8-2A	145	126		8				150		165	135			2,5
47BO-7-2A	120	110	4	7	—	—	—	125	7	140	110	—	—	1,3
40BO-6,5-2A	150							155		170	140			1,65
80BO-10-2A	205	155	5	10	25	65	110	210	9	230	192	10	105	5,05

15.1.11. Электроventильаторы серии ВОМ

Вентиляторы серии ВОМ — одно- и трехфазные, осевые, встроенного исполнения, низкого давления, выполнены по одноступенчатой схеме «рабочее колесо». Вентиляторы снабжены защитной сеткой. Режим работы — продолжительный. Электроventильаторы представляют собой совмещенную конструкцию вентилятора с двигателем серии УАД.

Основные технические данные вентиляторов серии ВОМ приведены в табл. 15.16.

Условия эксплуатации вентиляторов серии ВОМ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . До 80

ускорение, м/с^2 40

Ударные нагрузки, м/с^2 150

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +85$

Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , % 98

Гарантийная наработка, ч 3000

Схемы включения однофазных и трехфазных вентиляторов серии ВОМ приведены на рис. 15.26, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.17, аэродинамические характеристики — на рис. 15.27.

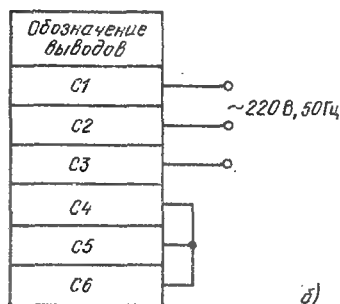
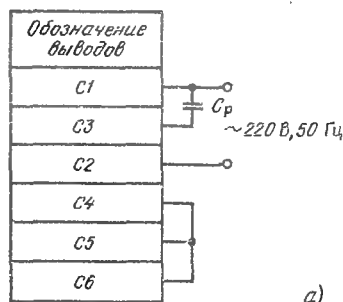
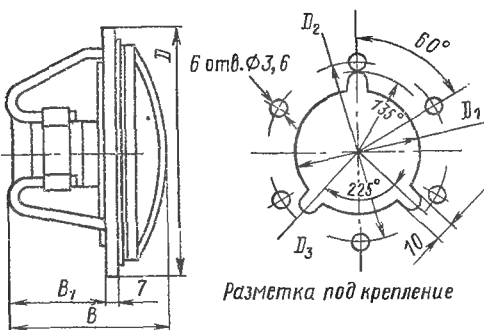


Таблица 15.17. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов серии ВОМ



Тип вентилятора	D	B_1	B	D_1	D_2	D_3	Масса, кг
ВОМ-100-I	150	67	108	120	190	128	0,63
ВОМ-125-I	185		114	145	175	153	0,88
ВОМ-150-I	210			170	200	178	0,94
ВОМ-150-II		77	129				0,99
ВОМ-175-I	235	82		195	225	209	1,12
ВОМ-175-II			135				1,32
ВОМ-200-I	260		141	220	230	225	1,67

Рис. 15.26. Схемы включения однофазных (а) и трехфазных электроventильаторов серии ВОМ (б)

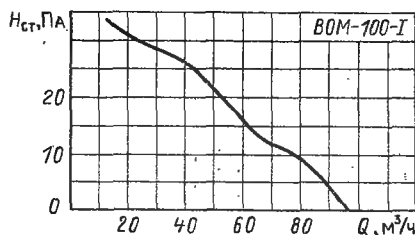


Рис. 15.27. Аэродинамические характеристики электроventильаторов серии ВОМ

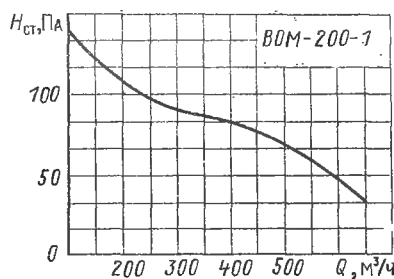
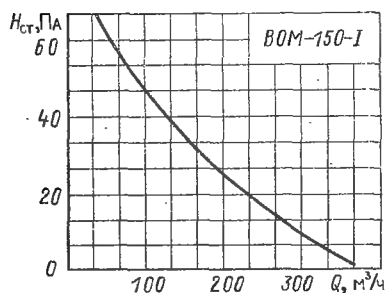
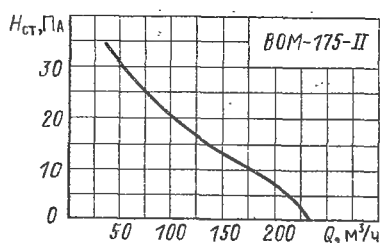
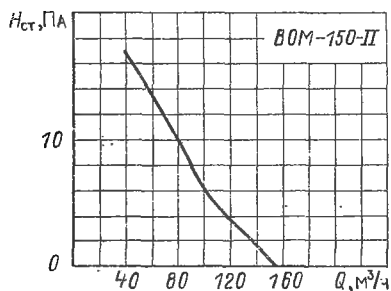
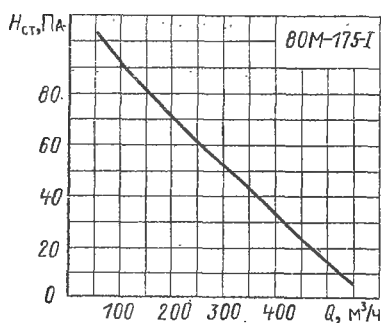
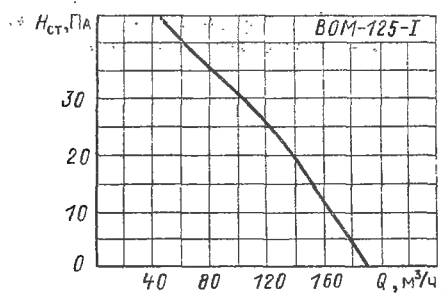


Таблица 15.16. Технические данные вентиляторов серии ВОМ (напряжение питания 220 В, частота напряжения питания 50 Гц)

Тип вентилятора	m	C_p , мкФ	$Q_{ном}$, м³/ч	$H_{ст}$, Па	$I_{ном}$, А	$P_{ном}$, Вт	$n_{ном}$, об/мин	L_A , дБ
ВОМ-100-I	1/3	0,5/-	54	20	0,055/0,061	10/10,7	2750	55
ВОМ-125-I	1/3	1/-	108	30	0,085/0,1	17,6/18,2	2750	55
ВОМ-150-I	1/3	1/-	126	40	0,085/0,1	17,6/18,2	2750	55
ВОМ-150-II	1/3	0,5/-	108	5	0,055/0,05	11,5/13,4	1300	55
ВОМ-175-I	1/3	1,5/-	252	60	0,11/0,11	21/23,4	2750	55
ВОМ-175-II	1/3	1/-	144	15	0,1 /0,11	18,5/22,8	1300	55
ВОМ-200-I	1/3	2/-	432	80	0,19/0,18	36/39	2750	60

15.1.12. Электроventильаторы серии ВЦ

Вентильаторы ВЦ — центробежные, трехфазные, встроенного исполнения. Электроventильаторы ВЦ представляют собой совмещенную конструкцию вентильатора с двигателем серии ДАТ. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентильаторов серии ВЦ приведены в табл. 15.18, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.19.

Условия эксплуатации вентильаторов серии ВЦ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—600

ускорение, м/с² 75

Ударные нагрузки, м/с² 1500

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 5000

Схема включения вентильаторов серии ВЦ приведена на рис. 15.28, аэродинамические характеристики — на рис. 15.29.

Рис. 15.28. Схема включения электроventильаторов серии ВЦ

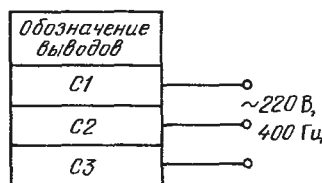
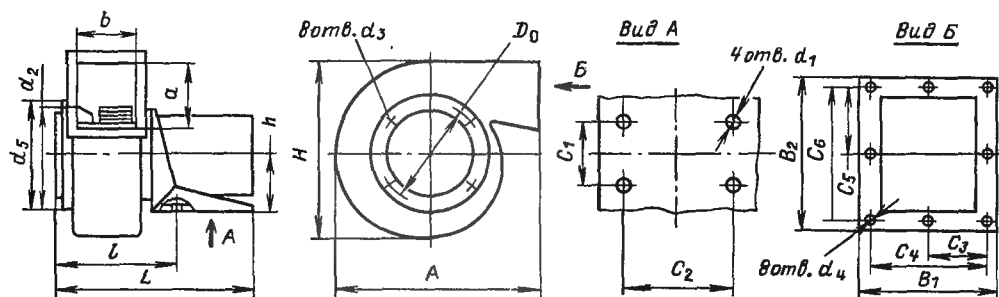


Таблица 15.18. Технические данные вентильаторов серии ВЦ (напряжение питания 220 В, частота напряжения питания 400 Гц)

Тип вентильатора	Q _{ном} , м ³ /ч	H _п , Па	H _{ст} , Па	КПД, %	I _{ном} , А	n _{ном} , об/мин	L _д , дБ
16ВЦ-16-2	180	1520	1280	60	1,2	6800	84
32ВЦ-20-2	300	1950	1650	60	1,7	7200	88
46ВЦ-27-2	450	2700	2450	60	3,5	7200	90
24ВЦ-10-2	200	1000	920	60	1,2	6800	84
48ВЦ-15-2	480	1250	1000	60	1,7	7200	86
67ВЦ-19-2	675	1760	1480	65	3,5	7200	88
100ВЦ-25-2	1020	2300	1950	65	4,8	7200	90
100ВЦ-16-2	1020	1500	1280	65	4,3	5200	86

Таблица 15.19. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентильаторов серии ВЦ



Тип вентильатора	A	H	L	l	a	b	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	B ₁	B ₂	h	D ₀	Масса, кг
16ВЦ-16-2	150	155	159	—	58	48	—	—	31	62	37	74	—	92	M4	4,5	115	68	82	66	105	2
32ВЦ-20-2	178	195	206	103	70	60,6	124	70	40	80	45	90	9	115	M4	4,5	140	90	100	82	130	4,2
46ВЦ-27-2	302	218	224	124	78	67	150	40	43	86	49	98	9	128	M4	4,5	158	100	110	95	148	11
24ВЦ-10-2	197	193	194	—	78	62,5	—	—	41	82	48	96	—	100	M6	5,5	100	92	106	—	116	2,3
48ВЦ-15-2	260	250	232	118	90	76	115	75	54	108	58	116	6,5	122	M6	4,5	120	110	130	100	135	4,5
67ВЦ-19-2	265	265	266	142	105	96,2	150	40	58	116	62,5	125	11	140	M4	4,5	160	126	135	110	150	12
100ВЦ-25-2	321	307	314	163	125	100	100	80	63	126	75	150	11	160	M6	5,5	160	136	160	110	180	15
100ВЦ-16-2	325	376	334	200	140	128	210	55	76	152	82	164	10,5	200	M5	5,5	230	164	176	155	218	4,3

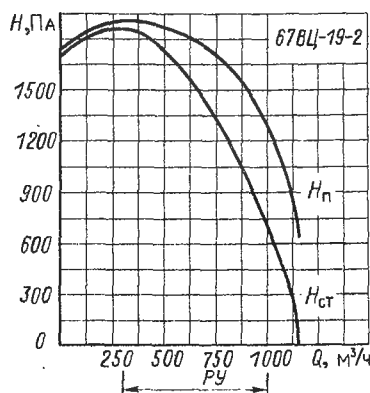
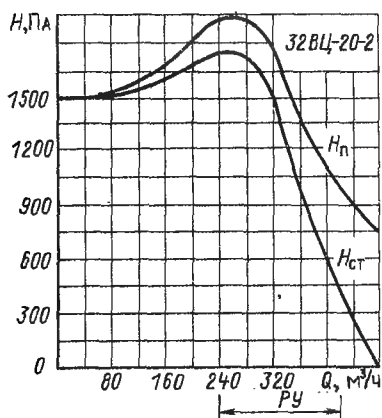
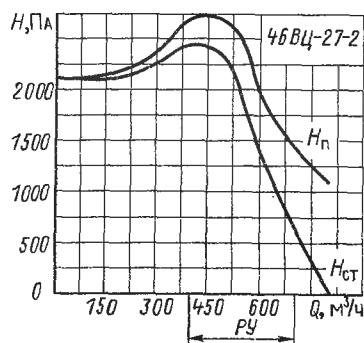
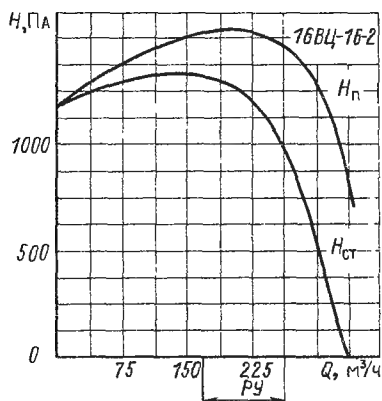
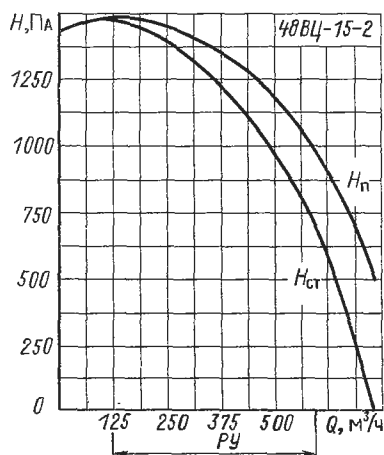
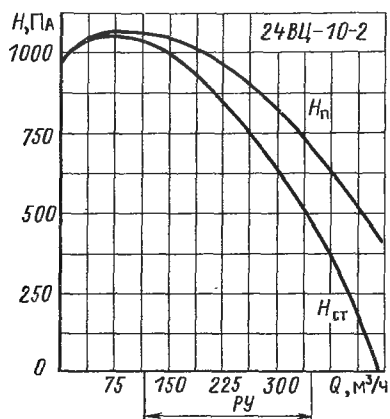
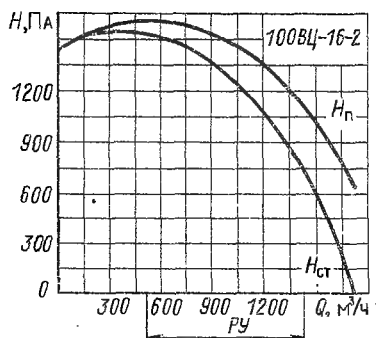
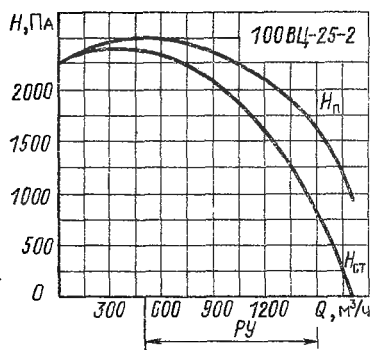


Рис. 15.29. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серии ВЦ:
 $P_{У}$ — рабочий участок характеристики



Продолжение рис. 15.29

15.1.13. Электровентиляторы серии ВЦ-А

Вентиляторы серии ВЦ-А — центробежные, трехфазные, встроенного исполнения. Электровентиляторы представляют собой совмещенную конструкцию вентилятора с двигателем серии ДА. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов серии ВЦ-А приведены в табл. 15.20, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.21.

Конструктивные особенности вентиляторов 5ВЦ-5-2А, 5ВЦ-5-2АЛ и 20ВЦ-10-2АЛС даны на рис. 15.30, схемы включения вентиляторов серии ВЦ-А правого и левого вра-

щения — на рис. 15.31, аэродинамические характеристики — на рис. 15.32.

Условия эксплуатации вентиляторов серии ВЦ-А

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—1000

ускорение, м/с² 100

Ударные нагрузки, м/с² 350

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %

Гарантийная наработка, ч 98

5000

Таблица 15.20. Технические данные вентиляторов серии ВЦ-А (напряжение питания 220 В, частота напряжения питания 400 Гц)

Тип вентилятора	$Q_{\text{ном}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$H_{\text{п}}, \text{ Па}$	$H_{\text{ст}}, \text{ Па}$	КПД, %	$I_{\text{ном}}, \text{ А}$	$P_{1\text{ном}}, \text{ Вт}$	$n_{\text{ном}}, \text{ об/мин}$	$L_A, \text{ дБ}$
5ВЦ-5-2А, 5ВЦ-5-2АЛ	45	450	380	45	0,15	30	7000	65
20ВЦ-10-2А, 20ВЦ-10-АЛС, 20ВЦ-10-АЛ	200	1000	900	65	0,6	145	11 000	77
22ВЦ-34-2А, 22ВЦ-34-2АЛ	220	3200	2500	55	1,7	500	11 400	85
32ВЦ-13-2А, 32ВЦ-13-2АЛ	320	1300	1050	65	1	260	11 000	79
50ВЦ-18-2А, 50ВЦ-18-2АЛ	500	1800	1600	65	1,7	500	11 400	82

Примечание. Вентиляторы изготавливаются правого и левого вращения. К обозначению вентиляторов левого вращения добавляется индекс Л.

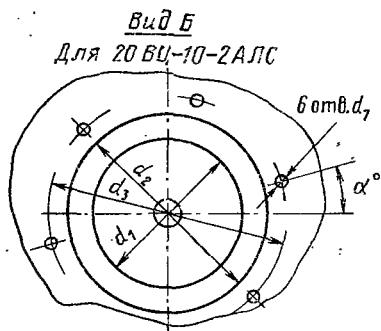
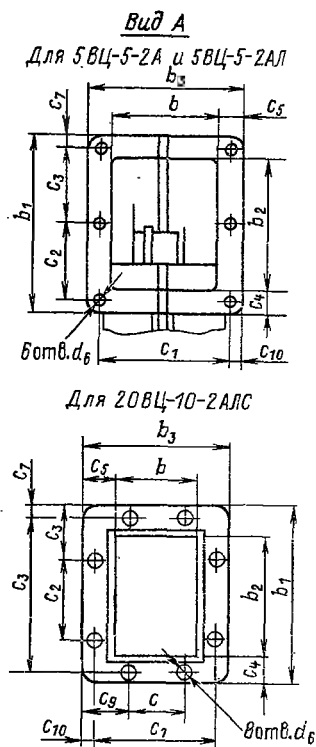


Рис. 15.30. Конструктивные особенности вентиляторных 5ВЦ-5-2А, 5ВЦ-5-2АЛ и 20ВЦ-10-2АЛС (значения размеров приведены в табл. 15.21)

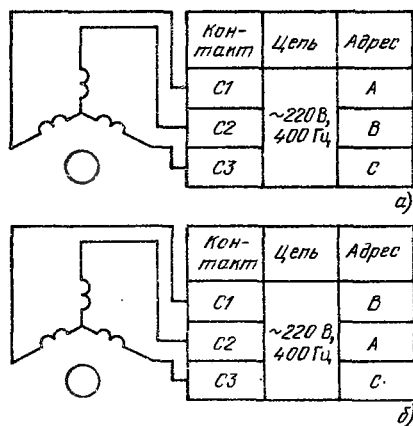


Рис. 15.31. Схемы включения электровентиляторных серии ВЦ-А правого вращения (а) и левого вращения (б)

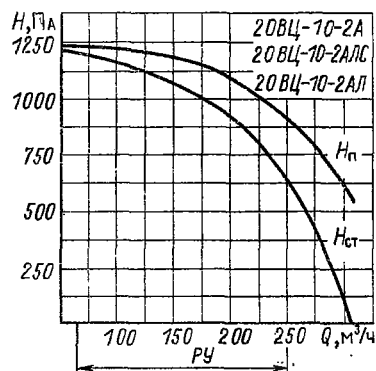
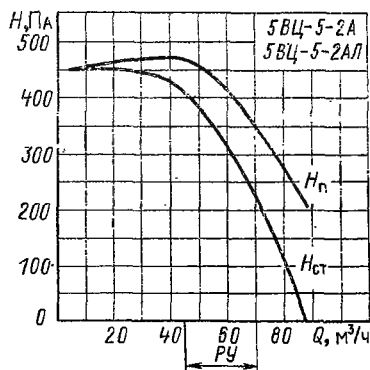
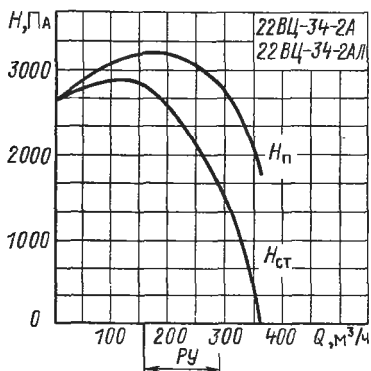


Рис. 15.32. Аэродинамическая характеристика электровентиляторных серии ВЦ-А:
РУ — рабочий участок характеристики



Продолжение рис. 15.32

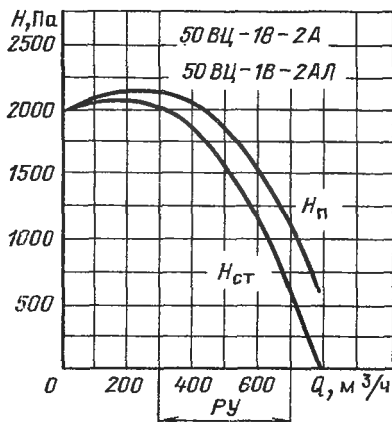
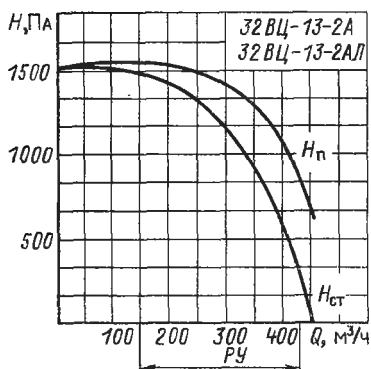
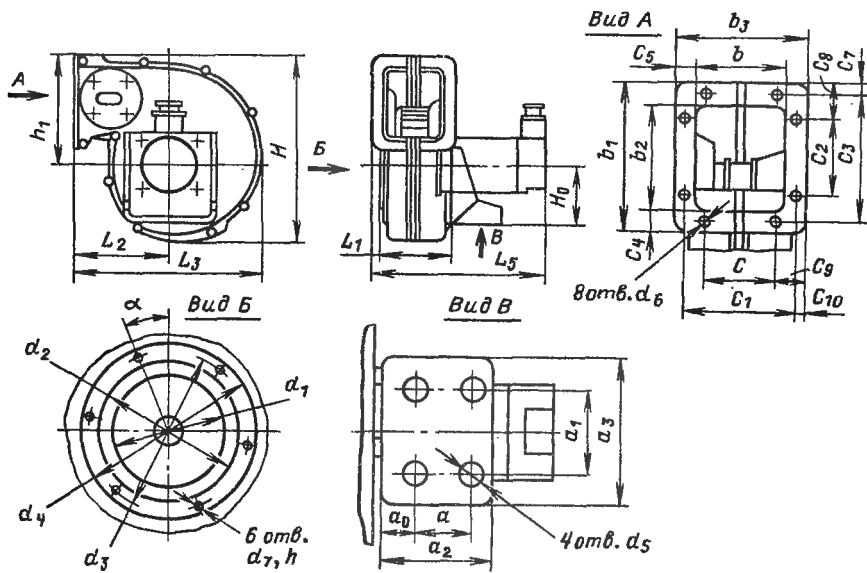


Таблица 15.21. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов серии ВЦ-А



Продолжение табл. 15.21

Габаритные размеры, мм	Тип вентилятора					
	5ВЦ-5-2А, 5ВЦ-5-2АЛ	20ВЦ-10-2А, 20ВЦ-10-2АЛ	32ВЦ-13-2А, 32ВЦ-13-2АЛ	50ВЦ-18-2А, 50ВЦ-18-2АЛ	22ВЦ-34-2А, 22ВЦ-34-2АЛ	20ВЦ-10-2АЛС
d_1	44	58,5	66	82	58	58,5
d_2	60	80	90	105		80
d_3	70	95	105	120	100	95
d_4	80	108	116	135	113	—
d_5	—	6,6		9		6,6
d_6	3,6			4,8		4,5
d_7	М3				М5	М4
L_1	51	66	71	95	64	66
L_2	72,5	88	95	127	108	88
L_3	122,5	165	181	229	184	164
L_5	132	165	180	233,5	205	160
H_0	40	55	60	70	68	55
H	108	160	178	212	160	159
h	7	7	7	8	8	11
h_1	60,8	95,1	104,7	124	91	93,55
b	29	50	56	76	34	50
b_1	66	86	94	118		86
b_2	45	62,5	70	94	56	62,5
b_3	50	75	81	100	60	75
c	—	40	45	50	30	40
c_1	42	66	72	90	50	66
c_2	29	40	45	50	35	40
c_3	—	78	85	108	73	48
c_4	11,8	13,0	12,5	13	13,5	12
c_5	11,5	12,5		12,5	13	12,5
c_7	—	4	4,5	5	6,5	4
c_8	—	23	24,5	34	24	23
c_9	—	17,5	18	25	15	17,5
c_{10}	4		4,5		5	4,5
a_0		15			16	15
a	25	35	40	50	55	35
a_1	45	40	50	75		40
a_2	55	60	65	75	80	60
a_3	75	85	95	120	112	85
α	0		15°	30°		15°
Масса, кг	1,05	1,9	2,5	5	4	1,9

15.1.14. Электровентиляторы серии ВЦМ

Вентиляторы серии ВЦМ — центробежные, одно- и трехфазные, встроенного исполнения. Электровентиляторы представляют собой совмещенную конструкцию вентилятора с двигателем серии УАД. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов серии ВЦМ приведены в табл. 15.22, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.23.

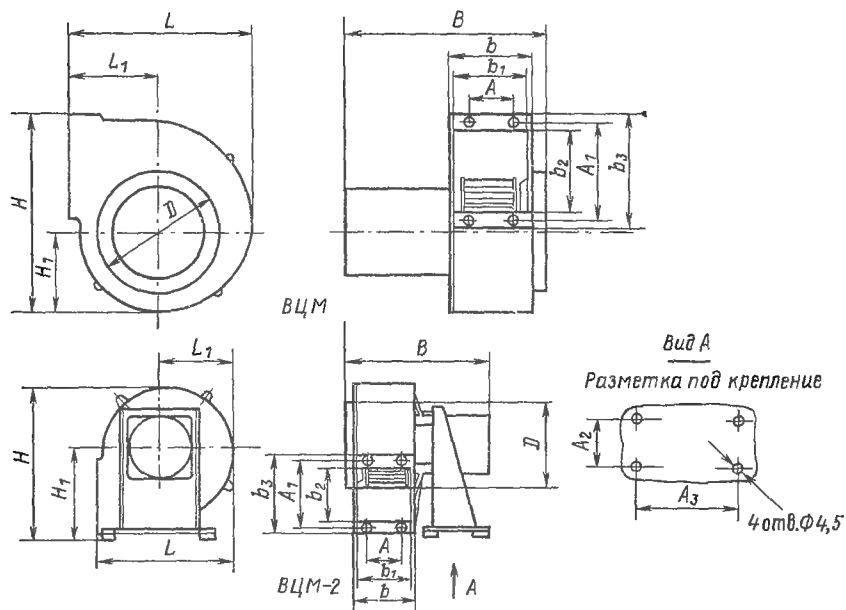
Условия эксплуатации вентиляторов серии ВЦМ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 80
ускорение, м/с ²	40
Ударные нагрузки, м/с ²	150
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +85
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	3000

Таблица 15.22. Технические данные вентиляторов серии ВЦМ (напряжение питания 220 В, частота напряжения питания 50 Гц)

Тип вентилятора	m	C_p , мкФ	$Q_{ном}$, м ³ /ч	$P_{п}$, Па	$P_{ст}$, Па	$I_{ном}$, А	$P_{1ном}$, Вт	$n_{ном}$, об/мин	L_A , дБ
ВЦМ-100	1/3	4/—	252	320	210	0,32/0,25	58/67	2800	70
ВЦМ-80	1/3	1,5/—	108	210	150	0,13/0,16	23/29	2800	65
ВЦМ-60	1/3	1/—	27	70	65	0,085/0,1	17,6/18,2	2800	55
ВЦМ-45	1/3	0,5/—	8	29	27	0,055/0,061	10/10,7	2800	52

**Таблица 15.23. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса электровентиляторов
серии ВЦМ**

[illegible]

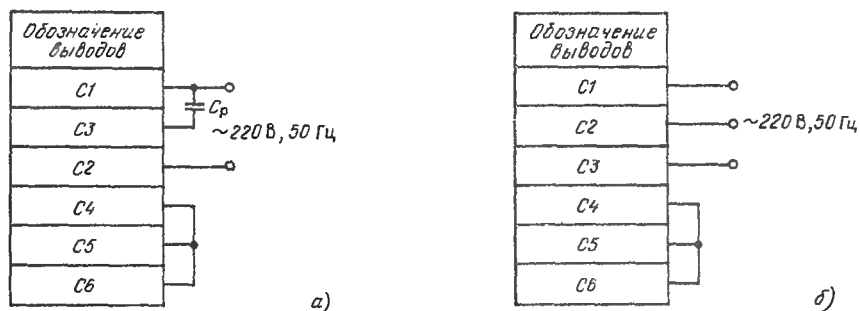


Рис. 15.33. Схемы включения однофазных (а) и трехфазных электровентиляторов серии ВЦМ(б)

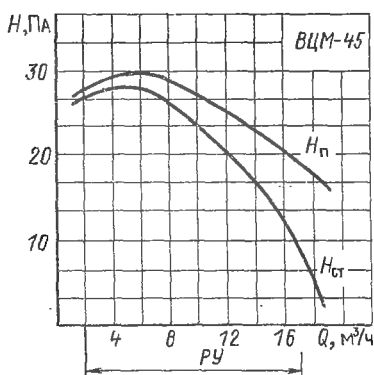
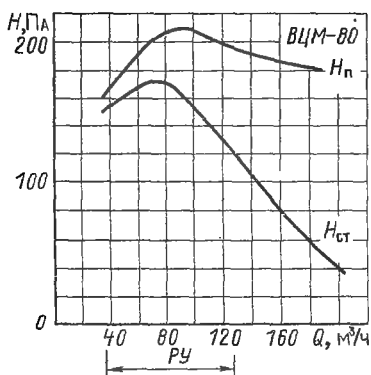
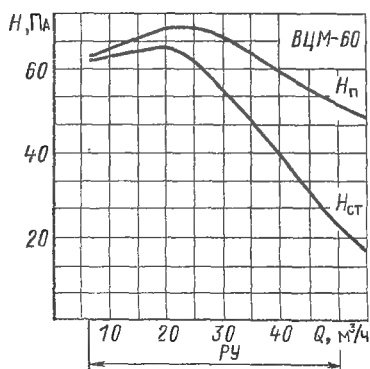
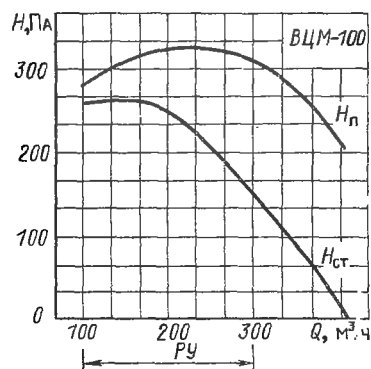


Рис. 15.34. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серии ВЦМ:
 P_y — рабочий участок характеристики

Схемы включения однофазных и трехфазных вентиляторов серии ВЦМ приведены на рис. 15.33, аэродинамические характеристики — на рис. 15.34.

15.1.15. Электровентиляторы серии ЦС

Вентиляторы серии ЦС — центробежные, трехфазные, встроенного исполнения. Электровентиляторы представляют собой совме-

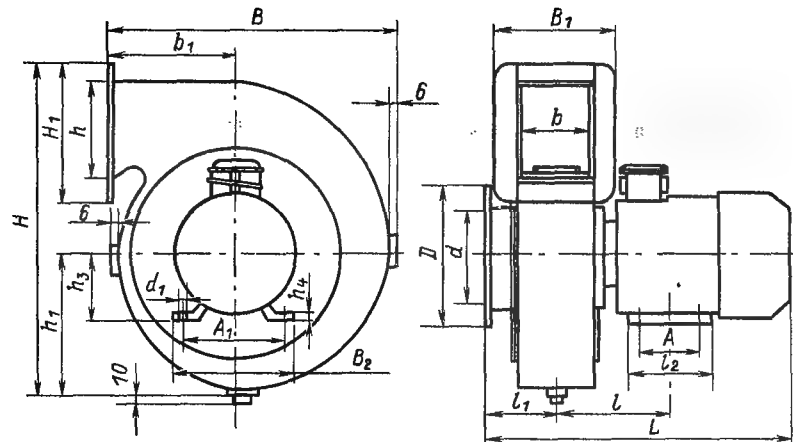


Таблица 15.24.

Тип вентилятора	L	l	l_1	l_2	B	B_1	B_2	b	b_1
3ЦС-6	407	169	102	80	311	156	150	100	142
5ЦС-6	387	160	92		328	136		80	158
8ЦС-6	427	180	112		176	120		170	
11ЦС-6	455	194		110		384			
15ЦС-6	524	228	147	90	526	246	170	190	242
22ЦС-6	548	240		115	579			260	
30ЦС-6	625	280	173	119	636	296	200	240	316
3ЦС-11	367	148	81	80	338	116	150	60	160
5ЦС-11	388	161	92		363	156		100	170
8ЦС-11	436	183	102	110	354			162	
11ЦС-11	455	194	112		370	176			120
15ЦС-11	482	206	127	90	446	206	170	150	220
3ЦС-17	365	150	82	80	378	116	150	60	188
5ЦС-17	435	183	102	110	408	156		100	205
8ЦС-17					420			190	
12ЦС-17	477	203	112	115	476	176	170	120	220
3ЦС-24	368	150	82	80	419	116	150	60	200
5ЦС-24	395	164		110	469			230	
8ЦС-24	438	185	92	115		136	170	80	234
3ЦС-34	396	166	82	110	480	116	150	60	230
5ЦС-34	392	160		90			170		
5ЦС-48	417	174		115	556	270			

Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов серии ЦС

H	H_1	h	h_1	h_3	h_4	D	d	d_1	A	A_1	Масса, кг				
357	184	130	144	75	12	154	100	12	45	125	12				
358	214	160	149			179	125				13				
	204	150				204	150					15			
448	264	210	150			85	304		250		73		50	140	23
610	234	180	252	75	26										
656	334	280	276	90	170					34					
660	354	300	282	100	14	354	300		45	125	13	15			
375	144	90	162	75	12	154	100		73				50	140	20
406	184	130	173			179	125		16						
408			165			204	150				45	125	17		
441	204	150	177			229	175		75	140				21	
471	274	220	194	85		229	175		45	125	14	16			
402	144	90	180	75		154	100	73	140				20		
425	184	130	188			204	150	75			125	18,2			
480			206			229	175	50	140	19					
531	264	210	224	85		229	175	75	140	25					
457	108	54	210	75		134	80	45	125	14	16				
496	194	140	220			154	100	73				140	20		
489	214	160	217	85		204	150	75	140	20					
519	108	54	238	75		154	100	73	125	140	19				
	144	90		50				75	25						
592			274	85											

Таблица 15.25. Технические данные вентиляторов серии ЦС (напряжение питания 127/220 или 220/380 В, частота напряжения питания 50 Гц)

Тип вентилятора	$Q_{ном}$, м ³ /ч	H_n , Па	$H_{ст}$, Па	КПД, %	$P_{ном}$, Вт	$n_{ном}$, об/мин	L_A , дБ
3ЦС-6	300	600	570	70	230	2830	70
5ЦС-6	500	600	560	67	235	2830	71
8ЦС-6	800	600	510	63	368	2830	74
11ЦС-6	1100	600	510	60	500	2850	75
15ЦС-6	1500	610	510	70	625	1385	75
22ЦС-6	2200	600	520	67	880	1385	75
30ЦС-6	3000	600	520	63	1410	1390	78
3ЦС-11	300	1100	950	70	430	2830	72
5ЦС-11	500	1100	1030	70	480	2830	72
8ЦС-11	800	1100	920	70	520	2850	72
11ЦС-11	1100	1100	920	70	510	2740	78
15ЦС-11	1500	1100	1000	67	520	2770	80
3ЦС-17	300	1650	1490	70	470	2830	78
5ЦС-17	500	1650	1580	70	520	2850	72
8ЦС-17	800	1650	1470	70	520	2740	72
12ЦС-17	1250	1650	1530	70	570	2850	78
3ЦС-24	300	2350	1940	70	520	2700	76
5ЦС-24	500	2350	2190	70	750	2740	78
8ЦС-24	800	2350	2160	70	1110	2850	80
3ЦС-34	300	2350	2940	67	675	2850	90
5ЦС-34	500	3350	2950	70	1070	2820	78
5ЦС-48	480	4750	4380	67	1440	2850	83

ценную конструкцию вентилятора с двигателем серии АОМ. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов серии ЦС приведены в табл. 15.25, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.24.

Схемы включения вентиляторов серии ЦС на напряжение 220(380) В и 127(220) В приведены на рис. 15.35, аэродинамические характеристики — на рис. 15.36.

Условия эксплуатации вентиляторов серии ЦС

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц До 30

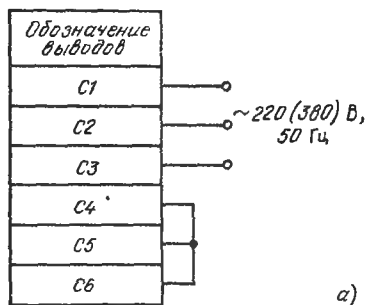
ускорение, м/с² 15

Ударные нагрузки, м/с² 150

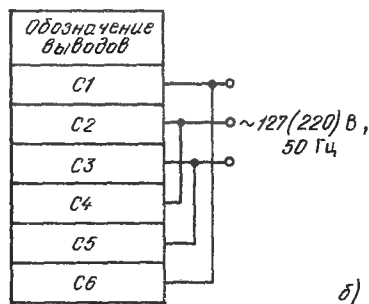
Температура окружающей среды, °С -40 ÷ +40

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 2000



а)



б)

Рис. 15.35. Схемы включения электровентиляторов серии ЦС на напряжение 220 (380) В звезда (а) и на напряжение 127 (220) В (треугольник) (б)

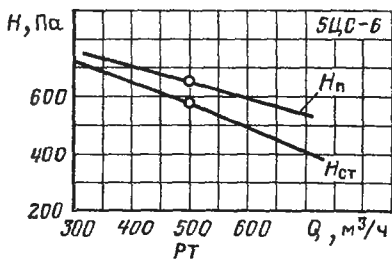
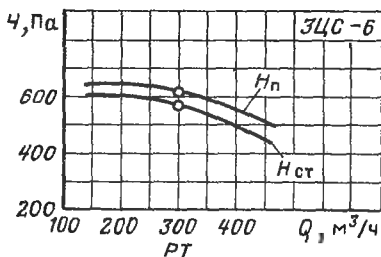
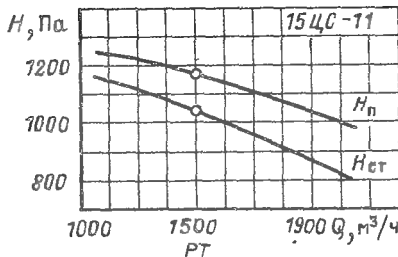
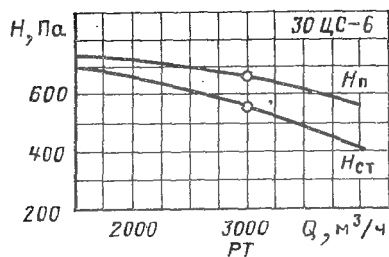
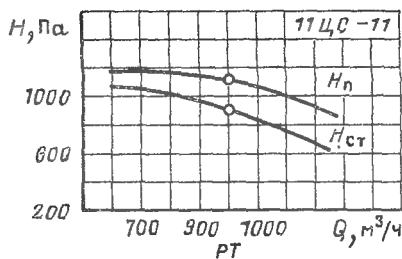
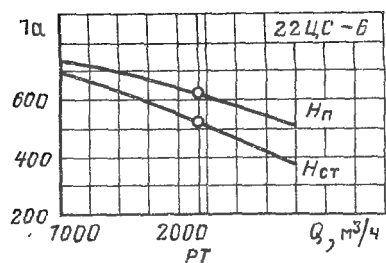
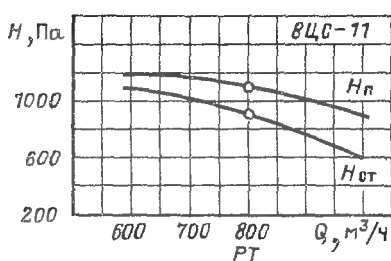
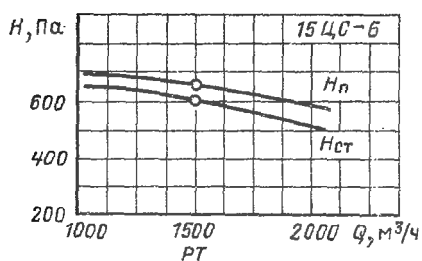
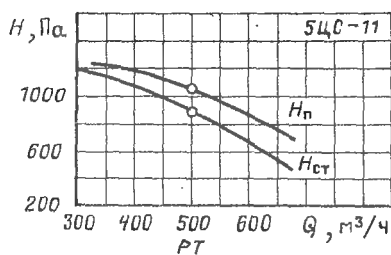
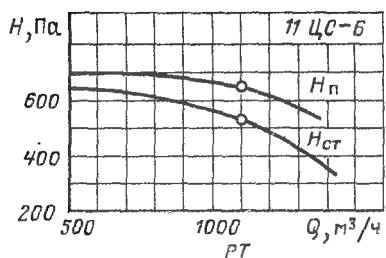
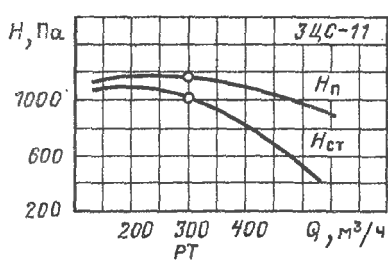
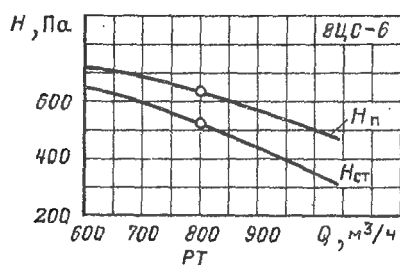
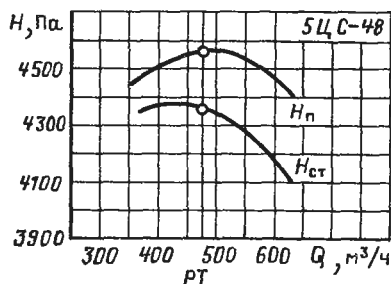
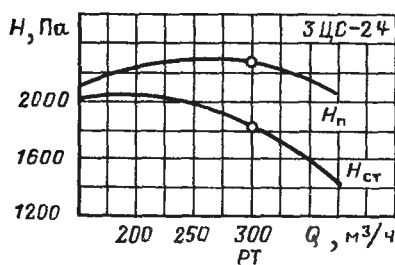
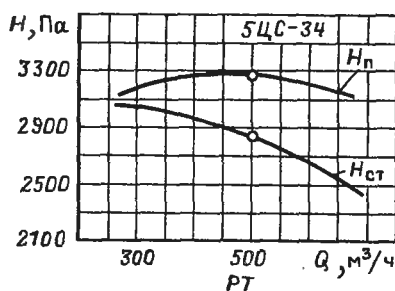
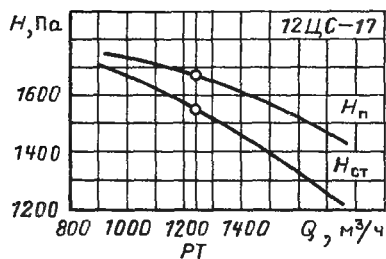
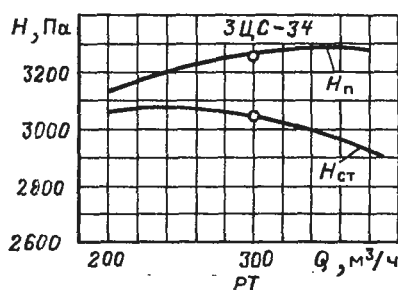
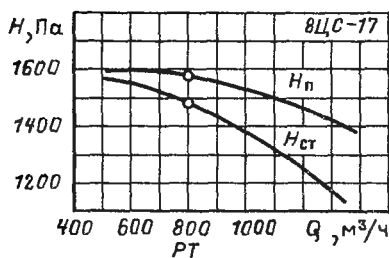
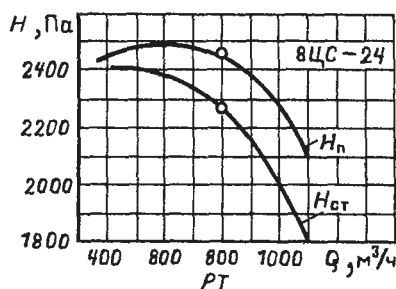
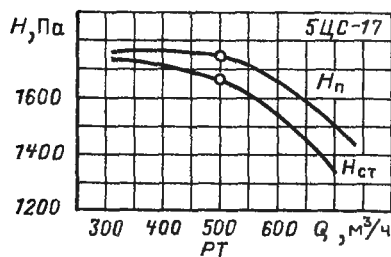
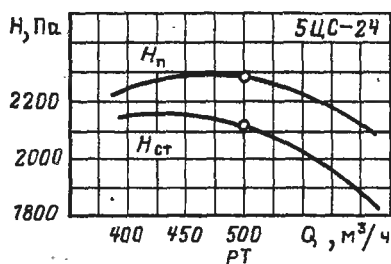
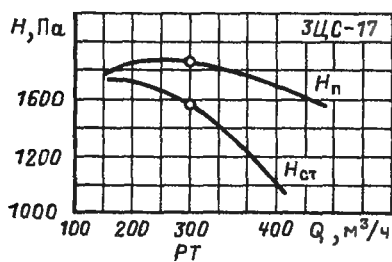


Рис. 15.36. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серии ЦС: РТ — рабочие точки характеристик





15.1.16. Электровентиляторы ЭВК и ЭВ

Вентиляторы ЭВК, ЭВ — центробежные, двухфазные, совмещенного исполнения. Вентиляторы ЭВК выполняются со спиральной камерой (улиткой), вентиляторы ЭВ — без спиральной камеры. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные вентиляторов ЭВК и ЭВ приведены в табл. 15.26, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.27, 15.28.

Схема включения вентиляторов ЭВК и ЭВ приведена на рис. 15.37, аэродинамические характеристики — на рис. 15.38.

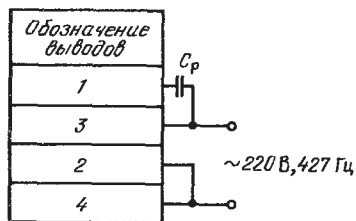


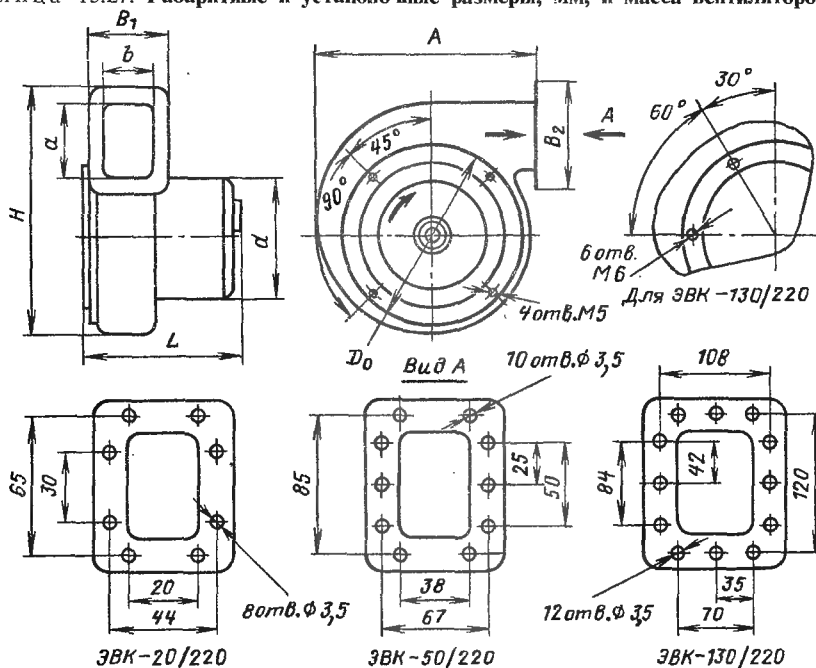
Рис. 15.37. Схема включения электровентиляторов серий ЭВК и ЭВ

Таблица 15.26. Технические данные вентиляторов ЭВК и ЭВ (напряжение питания 220 В, частота напряжения питания* 427 Гц)

Тип вентилятора	$Q_{\text{ном}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$H_{\text{ст}}, \text{Па}$	$C_p, \text{мкФ}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$P_{\text{ном}}, \text{Вт}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$L_A, \text{дБ}$
ЭВК-20/220	72	500	0,25	0,3	50	7900	75
ЭВК-50/220	180	500	0,5	0,5	100	5700	80
ЭВК-130/220	488	500	0,75	1,25	250	4500	85
ЭВ-25/220	90	500	0,25	0,3	50	7900	75
ЭВ-50/220	180	500	0,5	0,5	100	5700	80
ЭВ-150/220	540	500	0,75	1,25	250	4500	85

* Допускается работа вентиляторов от сети частотой 400 и 500 Гц.

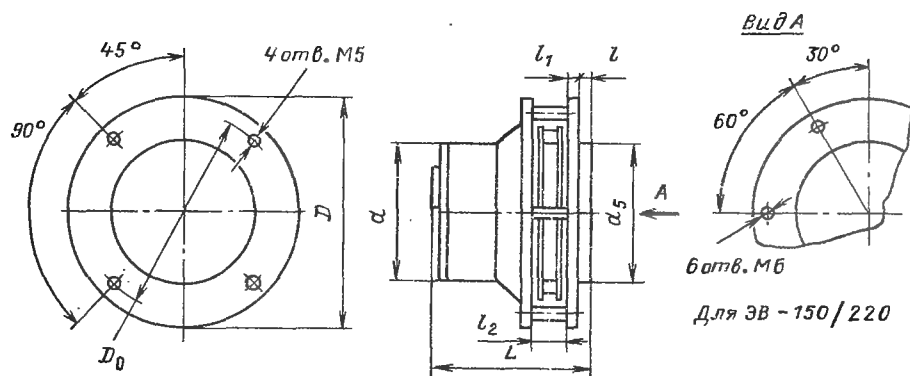
Таблица 15.27. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентиляторов ЭВК



Продолжение табл. 15.27

Тип вентилятора	A	H	L	B_1	B_2	D_0	d	a	b	Масса, кг
ЭВК-20/220	170	180,5	87,5	52	74	114	74	52	30	2
ЭВК-50/220	209	224,5	110	75	93	146	88	71	53	3,3
ЭВК-130/220	302	322	165	116	128	200	130	102	90	9

Таблица 15.28. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса вентилятор ЭВ



Тип вентилятора	D	L	l	l_1	l_2	D_0	d	Масса, кг
ЭВ-25/220	128	87,5	3	11	10,5	114	74	1,5
ЭВ-50/220	160	110		16,5	18,5	146	88	2,4
ЭВ-150/220	230	163		25	34	200	130	7

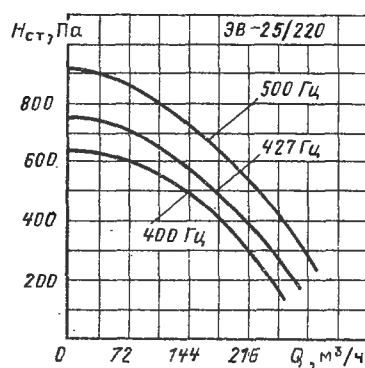
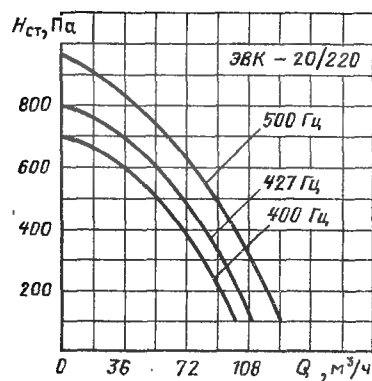
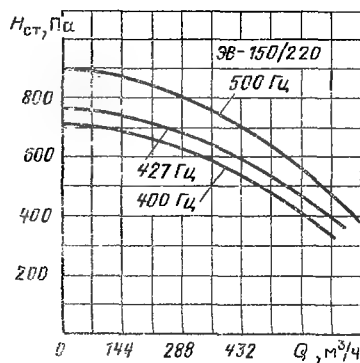
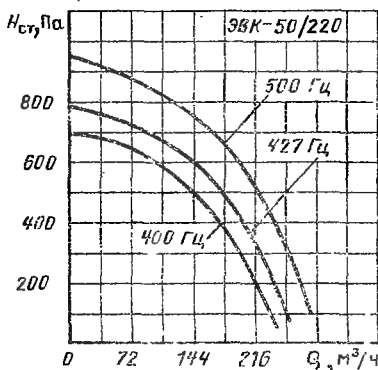
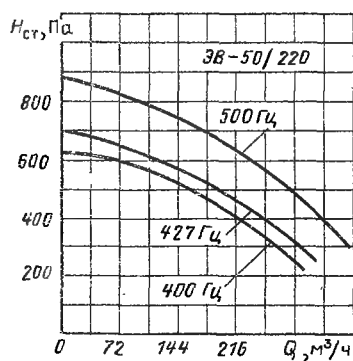
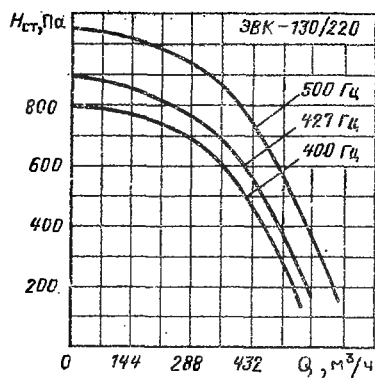


Рис. 15.38. Аэродинамические характеристики электровентиляторов серий ЭВК и ЭВ.



Продолжение рис. 15.38

Условия эксплуатации вентиляторов ЭВК и ЭВ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	15—120
ускорение, м/с²	20
Ударные нагрузки, м/с²	120
Температура окружающей среды, °С	-40 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

15.2. Электромагнитные муфты

15.2.1. Классификация и основные показатели

Электромагнитные муфты являются исполнительными элементами современных быстродействующих электроприводов. Муфты обеспечивают передачу вращения от ведущего вала (двигателя) к ведомому валу при-

водимого механизма. Находят применение в основном три вида электромагнитных муфт: гистерезисные, порошковые и фрикционные. Электромагнитные муфты обеспечивают плавное регулирование передаваемого момента и частоты вращения, ограничение передаваемого момента, плавность процесса пуска, изменение направления вращения, торможение. Наиболее важные выполняемые функции — передача и регулирование вращающего момента, при этом в следящих системах электромагнитные муфты выполняют функции усилителя мощности. Преимуществом порошковых муфт является их быстродействие, оно в 10—15 раз выше, чем у фрикционных электромагнитных муфт.

Гистерезисные муфты отличаются стабильностью параметров во времени, большой долговечностью, относительно меньшими габаритными размерами по сравнению с фрикционными и порошковыми муфтами.

Параметры электромагнитных муфт приведены ниже:

Параметр	Условное обозначение
Напряжение, В:	
питания	U
управления	U_y
включения*	$U_{вкл}$
отключения**	$U_{откл}$
Номинальный передаваемый момент, Н·м	$M_{ном}$
Максимальная частота вращения, об/мин:	
ведущего вала	n_1
ведомого вала	n_2
Потребляемый ток при номинальном моменте, А	$I_{ном}$
Остаточный момент установившегося движения, Н·м	M_0
Скольжение, %	s
Максимальная мощность управления, Вт	P_y
Электрохимическая постоянная времени, с	τ_m
Крутизна статической характеристики, Н·м/А	K
Гистерезис статической характеристики, %	Γ
Нелинейность статической характеристики, %	H_c
Нелинейность механической характеристики, %	H_m

*Для фрикционных муфт.

** Кроме фрикционных муфт.

Остаточный момент установившегося движения муфт — это момент на ведомом валу при $U_y = 0$ при максимальной частоте вращения ведущего вала. Он обусловлен действием остаточного магнитного поля магнитопровода муфты и является нежелательным, так как ограничивает снизу диапазон передаваемых моментов. При этом момент нагрузки должен быть выше остаточного момента, иначе приводимый механизм будет вращаться и при отсутствии напряжения управления на обмотке муфты.

Электрохимические качества муфт определяются статической характеристикой $M_{ст} = f(U_y)$, которая определяет изменение передаваемого момента в зависимости от тока управления в обмотке муфты (рис. 15.39). Токи I_{y1} , I_{y2} ограничивают рабочий участок характеристики. Крутизна статической характеристики, Н·м/А, определяется по формуле

$$K = (M_2 - M_1) / (I_{y2} - I_{y1}),$$

где M_1 и M_2 — моменты, ограничивающие

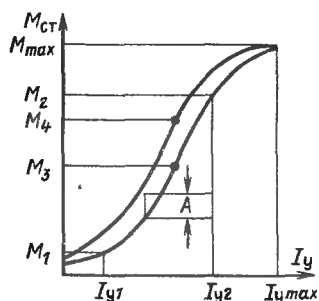


Рис. 15.39. Статическая характеристика электромагнитных муфт

рабочий участок восходящей ветви статической характеристики.

Гистерезис статической характеристики, %,

$$\Gamma = \frac{M_4 - M_3}{M_{max}} 100,$$

где M_3 и M_4 — моменты на восходящей и нисходящей ветвях статической характеристики, взятые в наиболее широком месте петли гистерезиса; M_{max} — момент при максимальном токе управления.

Нелинейность статической характеристики, %, значение максимального отклонения момента от прямой, соединяющей точки M_1 и M_2 , ограничивающие рабочий участок характеристики.

Под скольжением муфт, %, понимается отношение разности частот вращения ведущего и ведомого валов к частоте вращения ведущего вала:

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} 100.$$

Скольжение вызывает нагрев муфты, так как при этом выделяется мощность скольжения.

15.2.2. Муфты МЭС, МЭТ

Электромагнитные фрикционные муфты МЭС и МЭТ — бесконтактные, нерегулируемые, постоянного напряжения. МЭС — муфты сцепления ведомого вала с ведущим; МЭТ — муфты торможения вала на корпус. Крепление муфт — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные электромагнитных муфт МЭС и МЭТ приведены в табл. 15.29, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.30.

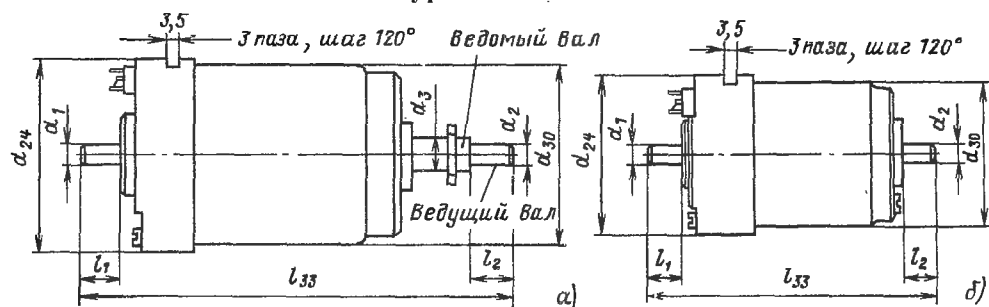
Таблица 15.29. Технические данные электромагнитных муфт МЭС, МЭТ

Тип муфты	U, В	$M_{\text{НОМ}}$ Н·м	$n_{\text{НОМ}}$ об/мин	$M_{\text{ТР}}$ Н·м	$P_{\text{НОМ}}$ Вт	$t_{\text{ВКЛ}} =$ $t_{\text{ОТКЛ}}$, мс	$R_{\text{ОБМ}}$, Ом	t_1 , ч
МЭТ 0,1/27	27	0,1	1000	—	5	40	170 ± 17	500
МЭС 0,1/27	27	0,1	1000	0,003	5	40	170 ± 17	500
МЭТ 0,1/110	110	0,1	1000	—	5	40	2400 ± 240	500
МЭС 0,1/110	110	0,1	1000	0,003	5	40	2400 ± 240	500
МЭТ 0,4/27	27	0,4	1000	—	7	60	100 ± 10	500
МЭС 0,4/27	27	0,4	1000	0,01	7	60	100 ± 10	500
МЭТ 0,4/110	110	0,4	1000	—	7	60	1700 ± 170	500
МЭС 0,4/110	110	0,4	1000	0,01	7	60	1700 ± 170	500
МЭТ 1,0/27	27	1	500	—	10	150	70 ± 7	2000
МЭС 1,0/27	27	1	500	0,02	10	150	70 ± 7	2000
МЭТ 1,0/110	110	1	500	—	10	150	1200 ± 120	2000
МЭС 1,0/110	110	1	500	0,02	10	150	1200 ± 120	2000
МЭТ 1,6/27	27	1,6	500	—	12	200	$55 \pm 5,5$	2000
МЭС 1,6/27	27	1,6	500	0,03	12	200	$55 \pm 5,5$	2000
МЭТ 1,6/110	110	1,6	500	—	12	200	$55 \pm 5,5$	2000
МЭС 1,6/110	110	1,6	500	0,03	12	200	1000 ± 100	2000

Примечания: 1. $M_{\text{ТР}}$ — момент статического трения; $R_{\text{ОБМ}}$ — сопротивление обмотки постоянному току.

2. При указанной гарантийной наработке допускается $2 \cdot 10^5$ включений муфты.

Таблица 15.30. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса электромагнитных муфт МЭС и МЭТ



Тип муфты	Рис.	d_1, d_2	d_3	d_{24}	d_{30}	l_1, l_2	l_{33}	Масса, кг
МЭС 0,1	а	3	5	33	29	6	73,0	0,21
МЭТ 0,1	б		—				62,2	0,19
МЭС 0,4	а	5	8	44	38	10	99,5	0,47
МЭТ 0,4	б		—				78,5	0,44
МЭС 1,0	а	6	10	55	50	12	124,0	1,05
МЭТ 1,0	б		—				95,0	0,78
МЭС 1,6	а	8	12	62	56	16	139,0	1,35
МЭТ 1,6	б		—				107,8	1,1

Условия эксплуатации электромагнитных муфт МЭС и МЭТ

$M_{\text{ном}} =$ = 0,1; 0,4 Н·м	$M_{\text{ном}} =$ = 1; 1,6 Н·м
---	---------------------------------------

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	1—2000	1—200
ускорение, м/с ²	100	50
Ударные нагрузки, м/с ²	400	150
Температура окружающей среды, °С:		
верхнее значение	85	70
нижнее значение	—60	—40

Относительная влажность воздуха при температуре 40°С, % . .	98	98
---	----	----

ты — продолжительный. Напряжение управления 24 В, частота вращения 2000 об/мин, нелинейность статической характеристики 5%, гистерезис 25%.

Основные технические данные электромагнитных муфт МПБ приведены в табл. 15.31, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.32.

Условия эксплуатации электромагнитных муфт МПБ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	1—2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +85
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98

15.2.3. Муфты МПБ

Электромагнитные муфты серии МПБ — порошковые бесконтактные приводные. Крепление муфт — фланцевое. Режим рабо-

15.2.4. Муфты БПМ-20А, БПМ-20НА

Электромагнитные муфты БПМ-20А и БПМ-20НА — порошковые приводные. Муфты выпускаются двух модификаций:

Таблица 15.31. Технические данные электромагнитных муфт МПБ

Тип муфты	$M_{\text{ном}}$, Н·м	P_s , Вт	M_0 , мН·м	$I_{\text{ном}}$, А	τ_m , с	$R_{\text{обм}}$, Ом	t_r , ч
МПБ-0,63-2	0,06	12	4,9	0,16	0,03	170	1000
МПБ-1,6-2	0,16	25	9,8	0,16	0,06	192	1000
МПБ-4-2	0,35	60	24,5	0,18	0,075	144	1000
МПБ-10-2	0,98	100	59	0,22	0,15	115	1000
МПБ-25-2	2,45	120	196	0,32	0,2	82	1000
МПБ-40-2	3,92	150	275	0,40	0,25	68	500
МПБ-63-2	5,20	180	589	0,45	0,3	60,5	500

Примечание. P_s — мощность скольжения.

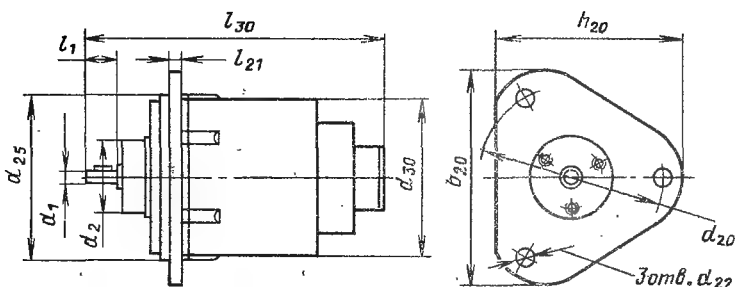


Таблица 15.32.
Габаритные и установочные размеры, мм, и масса электромагнитных муфт МПБ

Продолжение табл. 15.32

Тип муфты	d_{30}	d_1	d_2	d_{22}	l_{30}	l_1	d_{20}	l_{21}	b_{20}	h_{20}	Масса, кг
МПБ-0,63-2	38	3,8	15	4,8	81	10	50	14,5	56	49	0,31
МПБ-1,6-2	45				88						0,38
МПБ-4-2	58,5	5	28	5,8	112	12	70	17,5	78	70	0,95
МПБ-10-2	72				131		85	18,5	91,5	83	1,6
МПБ-25-2	95	8	32		151	16	110	18	122,5	110,5	3,3
МПБ-40-2	110				155		120		128,5	116,5	4,2
МПБ-63-2	125	9	38	7	167	18	140	21	151	138	5,3

БПМ-20А с высоким сопротивлением и БПМ-20НА с низким сопротивлением. Крепление муфт — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры

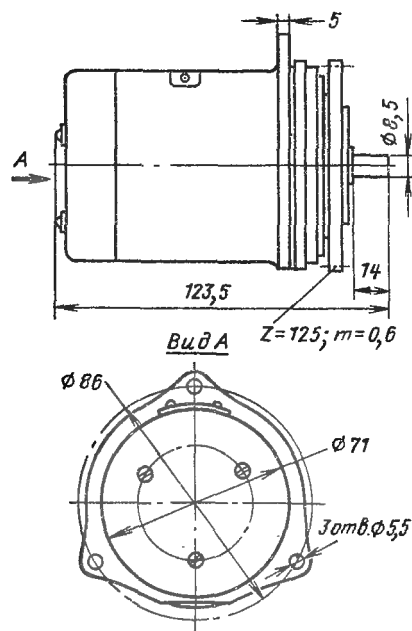


Рис. 15.40. Габаритные и установочные размеры электромагнитных муфт БПМ-20А, БПМ-20НА

электромагнитных муфт БПМ-20А и БПМ-20НА приведены на рис. 15.40.

Технические данные электромагнитных муфт БПМ-20А, БПМ-20НА

Напряжение управления, В . . .	27
Частота вращения, об/мин . . .	2000
Номинальный передаваемый момент, Н·м	1,96
Остаточный момент установившегося движения, мН·м . . .	49
Нелинейность, %	7
Гистерезис, %	12
Электрохимическая постоянная времени, с	0,04
Ток управления, мА:	
БПМ-20А	40
БПМ-20НА	350
Сопротивление обмотки, Ом:	
БПМ-20А	4000
БПМ-20НА	47
Масса, кг	2

Условия эксплуатации муфт БПМ-20А, БПМ-20НА

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	10—200
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	200
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +80
Относительная влажность воздуха при температуре 40°С, %	98
Гарантийная наработка, ч . .	1000

15.2.5. Муфты МГБ, МГТ

Электромагнитные муфты МГБ и МГТ — гистерезисные, бесконтактные, управляемые, с малоинерционным цилиндрическим ротором. МГБ — муфты электромагнитные приводные, МГТ — муфты тормозные. Крепление муфт — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные электромагнитных муфт МГБ и МГТ приведены в табл. 15.33 и 15.34, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 15.35.

Условия эксплуатации электромагнитных муфт МГБ и МГТ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—1000

ускорение, м/с^2 100

Ударные нагрузки, м/с^2 400
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +85$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , % 98

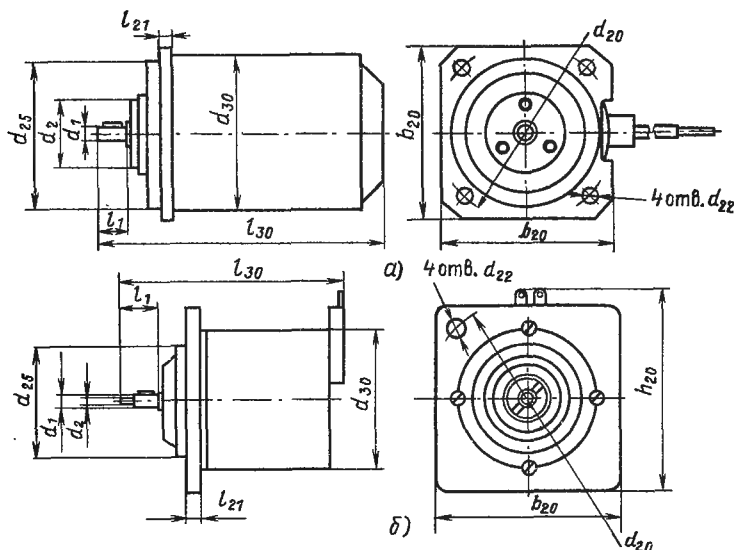
Таблица 15.34. Технические данные электромагнитных муфт МГТ (напряжение управления 27 В, нелинейность статической характеристики 10%, гистерезис 10%)

Тип муфты	$M_{\text{ном}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$M_{\text{тр}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$R_{\text{обм}}, \text{Ом}$	$t_{\text{Г}}, \text{ч}$
МГТ-0,63-1	0,063	1000	1,5	0,2	122	1000
МГТ-4-0,5	0,4	500	2	0,5	35,7	1000

Таблица 15.33. Технические данные электромагнитных муфт МГБ (напряжение управления 24 В, нелинейность статической характеристики 5—10%, гистерезис 10%)

Тип муфты	$M_{\text{ном}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$P_{\text{э}}, \text{Вт}$	$M_0, \text{Н} \cdot \text{м}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$R_{\text{обм}}, \text{Ом}$	$t_{\text{Г}}, \text{ч}$
МГБ-1,6-3	0,16	3000	30	2,9	0,74	18	1500
МГБ-1,6-12	0,16	12 000	30	5,9	0,54	31,6	250
МГБ-2,5-3	0,25	3000	40	3,9	0,85	14,4	1500
МГБ-2,5-12	0,25	12 000	40	6,9	0,66	25,3	250
МГБ-4-3	0,4	3000	60	4,9	0,75	23	5000
МГБ-10-6	1	6000	90	29,4	1,1	14,4	1000

Таблица 15.35. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса электромагнитных муфт МГБ и МГТ



Продолжение табл. 15.35

Тип муфты	Рис.	d_1	d_2	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{30}	l_1	l'_{21}	l_{30}	b_{20}	h_{20}	Масса, кг
МГБ-1,6-3	<i>a</i>	4	18	55	4,8	40	46	12	4	97	51	—	0,55
МГБ-1,6-12	<i>a</i>									93			0,55
МГБ-2,5-3	<i>a</i>			65	5,8	50	52			98	59		0,7
МГБ-2,5-12	<i>a</i>									90			0,7
МГБ-4-3	<i>a</i>	5	28	75	5,5	60	63,5	12	4	112	66	—	1,2
МГБ-10-6	<i>a</i>	7	32	85	7	70	75	16	5	130	76		2
МГТ-0,63-1	<i>b</i>	4	М3	55	4,8	40	44	12	4	60	51	55	0,3
МГТ-4-0,5	<i>b</i>	5	М4	85	7	70	75	14	5	690	76	78	1

РАЗДЕЛ 16

ВРАЩАЮЩИЕСЯ ТРАНСФОРМАТОРЫ И СЕЛЬСИНЬ

16.1. Вращающиеся трансформаторы

16.1.1. Классификация
и основные показатели

Вращающиеся трансформаторы (ВТ) представляют собой индукционные электрические машины, у которых выходное напряжение является функцией входного напряжения и угла поворота ротора. При этом зависимость выходного напряжения от входного — линейная, а от угла поворота ротора может быть как линейной, так и синусной (косинусной). В соответствии с этим функциональным назначением ВТ является преобразование механических величин в электрический сигнал в соответствии с заданной функциональной зависимостью. Вращающиеся трансформаторы по своему функциональному назначению разделяются на: ВТ для счетно-решающих устройств, к которым относятся синусно-косинусные (СКВТ), линейные (ЛВТ) и масштабные (МВТ) и ВТ для дистанционных передач (ВТДП) (датчики, приемники и дифференциальные ВТ).

Вращающиеся трансформаторы имеют по две одинаковые взаимно перпендикулярные первичные обмотки (возбуждения и квадратурную) и вторичные (синусную и

косинусную). Существуют также СКВТ с компенсационными обмотками обратной связи, которые предназначены для компенсации основных и дополнительных погрешностей.

В зависимости от расположения обмоток возбуждения ВТ могут быть с питанием со стороны статора или ротора и с напряжением возбуждения постоянной или переменной амплитуды.

Масштабный ВТ отличается от СКВТ только наличием специального стопорного устройства, позволяющего фиксировать ротор в нужном положении. Электрические схемы ВТ приведены на рис. 16.1.

По характеру токосъема ВТ могут быть контактными и бесконтактными. У бесконтактных ВТДП квадратурная обмотка либо отсутствует (приемники), либо закорочена внутри машины (датчики).

Вращающиеся трансформаторы в зависимости от схемы включения могут работать (выполняя различные функции) в следующих основных режимах: синусно-косинусного ВТ, линейного ВТ, преобразователя координат, фазовращателя и трансформаторной дистанционной передачи. Схемы включения ВТ в различных режимах работы, а также

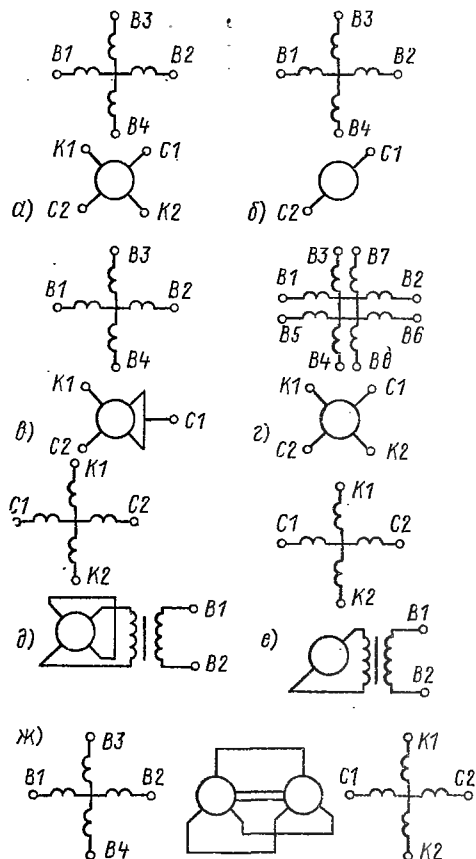


Рис. 16.1. Электрические схемы вращающихся трансформаторов:

а — СКВТ и ЛВТ; б — МВТ; в — ВТДП; г — СКВТ с компенсационными обмотками; д — бесконтактные ВТДП-датчики; е — бесконтактные ВТДП — приемники; ж — гониометрический преобразователь сигналов

соответствующие зависимости между их входными величинами приведены в [4].

Главным техническим показателем ВТ является точность выполнения им функциональных преобразований, которая характеризуется значениями основных и дополнительных погрешностей. Основные погрешности обусловлены принципом работы ВТ, конструктивными и технологическими ограничениями (табл. 16.1). Дополнительные погрешности возникают при изменении температуры окружающей среды, амплитуды и частоты питающего напряжения.

Для многополюсных и некоторых двух-

полюсных ВТ оценку точностных возможностей производят по погрешности следования в трансформаторной дистанционной передаче (ТДП). При этом класс точности ВТ в ТДП численно равен погрешности следования в угловых минутах (табл. 16.2).

Вращающиеся трансформаторы применяются как счетно-решающие элементы аналоговых и аналого-цифровых вычислительных устройств, как датчики преобразователей угол — параметр — код, измерители угловых перемещений, а также в качестве фазовращающих устройств, генераторов развертки, датчиков и приемников различных следящих систем и систем дистанционных передач.

Рассмотрим основные параметры ВТ.

Полное входное сопротивление холостого хода — сопротивление переменному току, оказываемое входной обмоткой ВТ при разомкнутых вторичных обмотках. Стандартные значения входных сопротивлений ВТ приведены в табл. 16.3.

Коэффициент трансформации — отношение максимального действующего значения ЭДС вторичной обмотки к действующему значению напряжения возбуждения, измеренному по основной гармонике в режиме холостого хода. Стандартные значения коэффициентов трансформации приведены в табл. 16.4.

Переходное сопротивление — сопротивление между щетками и контактными кольцами. Оно зависит от материалов и конструкции контактного узла, а также от условий эксплуатации (температуры, влажности, частоты вращения, наличия в окружающем воздухе различных примесей). На точность работы ВТ в основном влияет изменение (нестабильность) переходного сопротивления, которое не должно превышать $\pm(0,1-1)$ Ом в зависимости от конструкции и назначения ВТ.

Сдвиг фазы выходного напряжения относительно входного — временное смещение выходного напряжения по отношению к входному. Сдвиг фазы является следствием комплексного характера входного сопротивления ВТ и определяется по формуле

$$\varphi \approx \arctg(R/X),$$

где R и X — активная и реактивная (индуктивная) составляющие входного сопротивления.

Момент трения — это сопротивление повороту ротора ВТ, которое возникает вследствие трения в подшипниках и щеточно-коллекторном узле (у контактных ВТ), не-

Таблица 16.1. Классы точности вращающихся трансформаторов

Назначение вращающегося трансформатора	Параметр	Значение параметра для класса точности					
		0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3
Синусно-косинусный	Погрешность отображения синусной зависимости, %	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
	Асимметрия нулевых точек ЭДС квадратурной обмотки, %, не более	$\pm 20''$ 0,08	$\pm 40''$ 0,12	$\pm 1'40''$ 0,30	$\pm 3'20''$ 0,60	$\pm 6'40''$ 1,2	$\pm 10'$ 1,8
	Остаточная ЭДС, %, не более	0,006	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15
	Неравенство коэффициентов трансформации, %, не более	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3
Линейный	Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
	Остаточная ЭДС, %, не более	—	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15

Таблица 16.2. Классы точности ВТ в режиме ТДП

Класс точности	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	3	5	10	20	30
Погрешность следования, угл. мин, не более	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	± 1	± 2	± 3	± 5	± 10	± 20	± 30

Таблица 16.3

Частота, Гц	Полные входные сопротивления холостого хода, Ом											
400	—	—	—	100	200	400	800	1600	3200			
1000	—	—	125	250	500	1000	2000	4000	—			
2000	—	125	250	500	1000	2000	4000	—	—			
4000	125	250	500	1000	2000	4000	—	—	—			

Таблица 16.4

Вид ВТ	Коэффициент трансформации		
Синусно-косинусный	0,25	0,56	1
Линейный	—	0,37	0,74
Масштабный	0,16	0,6	1,1

баланса ротора и реактивного момента (при подключении напряжения питания). Момент трения у разных типов ВТ колеблется в широких пределах.

Допустимая частота вращения — наи-

большая частота, после превышения которой значительно ухудшаются характеристики ВТ. При этом увеличивается погрешность вследствие влияния ЭДС вращения. Кроме того, с увеличением частоты вращения уменьшается наработка ВТ. Как правило, ВТ работают в режиме поворота с частотой вращения от нуля до 100 об/мин. Бесконтактные ВТ рассчитаны на эксплуатацию при частоте вращения до 500—1000 об/мин.

Погрешность отображения синусной (косинусной) зависимости — отклонение действующего значения выходного напряжения в зависимости от угла поворота ротора от идеальной синусоиды (косинусоиды). Она

равна полусумме абсолютных значений максимальных положительной и отрицательной погрешностей и выражается в процентах

$$\varepsilon = (\Delta U_{\text{вых}} / U_{\text{вых max}}) \cdot 100 = (\sin \Delta \alpha) \cdot 100,$$

или угловых минутах

$$\varepsilon = (\cos \alpha / 34,4) \Delta \alpha',$$

где $U_{\text{вых max}}$ — максимальное значение выходного напряжения; $\Delta \alpha$ и $\Delta \alpha'$ — погрешность соответственно в радианах и угловых минутах.

Погрешность отображения синусной зависимости вызывается технологическими погрешностями при производстве ВТ, а также является следствием объективных свойств конструкции. При этом наиболее существенное влияние оказывает зубцовая структура статора и ротора, эксцентриситет и магнитная асимметрия пакетов статора и ротора.

Погрешность отображения линейной зависимости — отклонение действующего значения выходного напряжения в зависимости от угла поворота ротора от идеальной прямой линии. Погрешность отображения линейной зависимости равна полусумме абсолютных значений максимальных положительной и отрицательной погрешностей в диапазоне углов $-60 \div 60^\circ$ и выражается в процентах:

$$\varepsilon_{\text{л}} = (\Delta U_{\text{вых}} / U_{\text{вых max}}) \cdot 100 = (\Delta \alpha / \alpha_{\text{max}}) \cdot 100,$$

где α_{max} — максимальный угол поворота ротора.

Так как для ЛВТ максимальный угол поворота ротора равен $\pm 60^\circ$, то $\varepsilon_{\text{л}} = \Delta \alpha' / 36$.

Нелинейность выходного напряжения ЛВТ вызывается теми же причинами, что и погрешность отображения синусной зависимости СКВТ. Если в режиме ЛВТ применяются СКВТ, нелинейность выходного напряжения определяется так же, как и для ЛВТ.

Асимметрия нулевых положений ротора характеризует электрическую неперпендикулярность статорных и роторных обмоток. Под асимметрией нулевых положений ротора понимают отклонение ротора (при питании ВТ со стороны каждой из первичных обмоток) от углов, кратных 90° , когда ЭДС вторичных обмоток равна минимальному значению ($e_{\text{ост}}$). Асимметрия нулевых положений ротора оценивается полусуммой абсолютных значений максимального положительного и максимального отрицательного отклонений.

Электродвижущая сила квадратурной

обмотки характеризует наличие взаимосвязи между взаимно перпендикулярными обмотками статора (ротора). Ее значение определяется по основной гармонике в процентах максимального значения напряжения питания:

$$e_{\text{кв}} = (E_{\text{к}} / U_{\text{в max}}) \cdot 100.$$

Остаточная ЭДС в нулевых точках представляет собой квадратурную составляющую ЭДС, которая наводится во вторичных обмотках паразитным эллиптическим вращающимся магнитным полем. Остаточная ЭДС также определяется по основной гармонике в процентах максимального значения выходного напряжения:

$$e_{\text{ост}} = (E_{\text{ост}} / U_{\text{вых max}}) \cdot 100.$$

Неравенство коэффициентов трансформации, неидентичность синусной и косинусной обмоток и различие их потокоцеплений с магнитным потоком возбуждения вследствие неодинаковой магнитной проводимости вдоль осей обмоток приводят к разности коэффициентов трансформации этих обмоток, выражаемой в процентах:

$$\Delta K = \frac{K_{\text{max}} - K_{\text{min}}}{K_{\text{max}}} \cdot 100,$$

где K_{max} — больший из коэффициентов.

Погрешность следования в Т ДП — отклонение положения согласования ВТ-приемника от углового положения, задаваемого ВТ-датчиком. За погрешность следования, выражаемую в угловых минутах, принимают полусумму абсолютных значений наибольших отклонений разных знаков положения согласования приемника.

Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения — отношение разности номинального и текущего значений коэффициентов трансформации при изменении напряжения возбуждения к номинальному значению коэффициента трансформации. При этом диапазон изменения напряжения возбуждения для ВТ с напряжением возбуждения постоянной амплитуды установлен в пределах $\pm 5\%$ номинального значения, а для ВТ с напряжением возбуждения переменной амплитуды — до $0,5\%$ номинального значения. Изменение коэффициента трансформации выражается в процентах и определяется по формуле

$$\Delta K_{\text{с}} = \frac{K_1 - K_0}{K_0} \frac{U_1}{U_{\text{в}}} \cdot 100,$$

где K_0 и K_1 — коэффициенты трансформа-

ции ВТ при номинальном U_n и текущем U_1 значения напряжения питания.

Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения определяется только у ВТ с напряжением возбуждения переменной амплитуды. Под изменением нулевого положения ротора ВТ при изменении напряжения возбуждения понимают угловое смещение нулевого положения ВТ (положения ротора ВТ, когда напряжение на синусной или косинусной обмотке равно нулю) при изменении напряжения возбуждения от номинального значения до 0,5% этого значения. Изменение нулевого положения ротора измеряется в угловых минутах или секундах. Как и изменение коэффициента трансформации от напряжения возбуждения, изменение нулевого положения ротора вызывается нелинейностью кривой намагничивания материала магнитопровода.

Изменение сдвига фазы при изменении напряжения возбуждения — разность фаз выходного напряжения при номинальном напряжении возбуждения и напряжении возбуждения, отличающемся от номинального. Изменение сдвига фазы выражается в угловых градусах или минутах. Этот параметр определяется, как правило, только для ВТ с напряжением возбуждения переменной амплитуды и вызывается, в основном, нелинейностью кривой намагничивания материала магнитопровода.

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды — относительная разность крайних значений коэффициента трансформации в рабочем диапазоне температур окружающей среды. Изменение коэффициента трансформации (в процентах) регламентируется на каждые 40 °С изменения температуры окружающей среды T_0 и определяется по формуле:

$$\Delta K_T = \frac{K_T - K_0}{K_0} \cdot \frac{40}{|T_1 - T_0|} \cdot 100,$$

где K_0 — начальный коэффициент трансформации; K_T — коэффициент трансформации при повышенной (пониженной) температуре T_1 в установленном тепловом режиме.

Изменение нулевого положения ротора при изменении температуры окружающей среды — угловое смещение нулевого положения ВТ при изменении температуры окружающей среды от нижнего до верхнего значения. Изменение нулевого положения ротора выражается в угловых минутах и секундах. Оно обусловлено неравномерным

изменением магнитной проводимости по продольной и поперечной осям пакетов магнитопроводов статора и ротора.

Изменение сдвига фазы при изменении температуры окружающей среды — разность между сдвигом фазы выходного напряжения при верхнем и нижнем значениях температуры окружающей среды. Изменение сдвига фазы регламентируется на каждые 40 °С изменения температуры окружающей среды и определяется по формуле:

$$\Delta \varphi_T = (\varphi_T - \varphi_0) \frac{40}{|T_1 - T_0|},$$

где φ_0 — начальный сдвиг фазы выходного напряжения ВТ относительно входного; φ_T — сдвиг фазы при повышенной (пониженной) температуре T_1 .

Условные обозначения ВТ расшифровываются следующим образом:

ВТМ-Б, МВТ-2, МВТ-Б: буква М означает малогабаритный;

ВТ-5, 2,5ВТ и 1,2ВТ-2ТВ — цифры означают внешний диаметр корпуса ВТ в сантиметрах, ВТ20-Д29 — ВТ с внешним диаметром корпуса 20 мм;

СКТ-225-2, СКТ-220-1 — синусно-косинусный трансформатор, первая цифра 2 — двухполосный СКТ, две следующие цифры (соответственно 25 и 20) — внешний диаметр корпуса СКТ в миллиметрах и следующая цифра (соответственно 2 и 1) — номер разработки СКТ в корпусном исполнении;

МТ-5, 4МВТ — масштабные ВТ с внешним диаметром корпуса 50 и 40 мм;

5БВТ, 2,5БВТ — бесконтактные ВТ с внешним диаметром корпуса соответственно 50 и 25 мм;

БСКТ-232-1, БСКТ-220-1 — бесконтактные двухполосные СКТ с внешним диаметром корпуса соответственно 32 и 20 мм;

ВТП-1, ВТП-4 — плоские ВТ с числом пар полюсов соответственно 1 и 4;

6ВТИ, 4ВТИ-1ТВ, 5ВТИ — импульсные ВТ с внешним диаметром корпуса соответственно 60 (округленно), 40 и 50 мм;

ПСГ — преобразователь сигналов гониометрический;

ДСПУ-128 — датчик синхронной передачи угла с числом пар полюсов 128;

ВТ100, ВТ71 — ВТ с внешним диаметром соответственно 100 и 71 мм;

СКТД-6465, СКТД-3250 — двухотсчетные СКТ соответственно с 64 и 32 полюсами и внешним диаметром 65 и 50 мм.

16.1.2. Вращающиеся трансформаторы серии ВТ-2А

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполносную четырехобмоточную машину. Электрическая схема включения показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (С1, С2); квадратурной — В3, В4 (С3, С4); синусной — С1, С2 (Р1, Р2); косинусной — К1, К2 (Р3, Р4), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный. Масса ВТ-2А 2 кг.

Точностные показатели ВТ серии ВТ-2А приведены в табл. 16.5, основные технические данные ВТ — в табл. 16.6, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2.

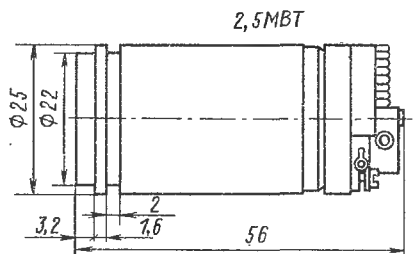
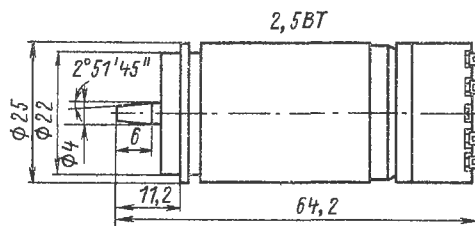
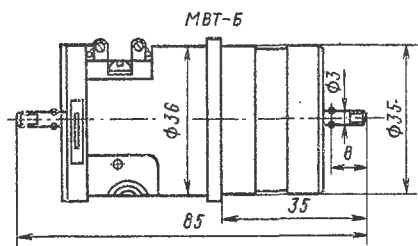
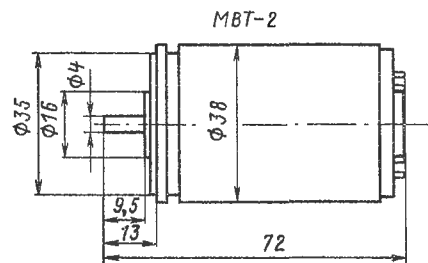
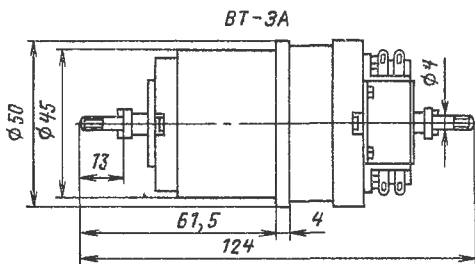
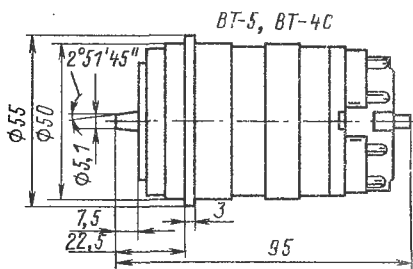
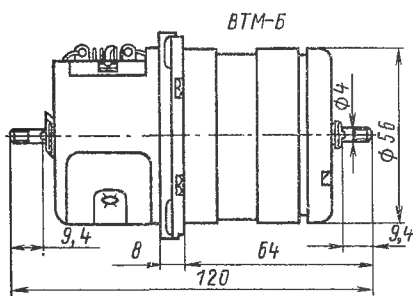
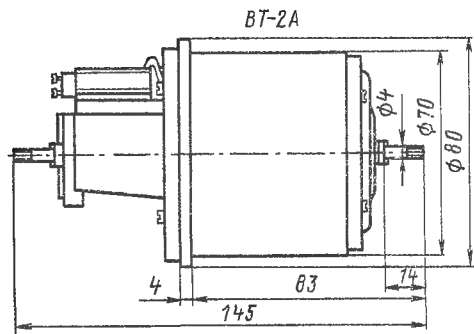
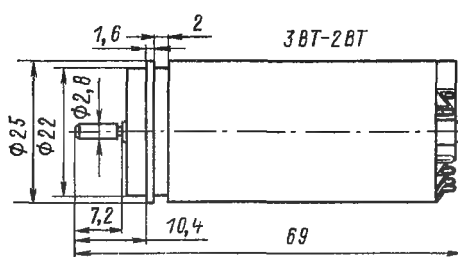
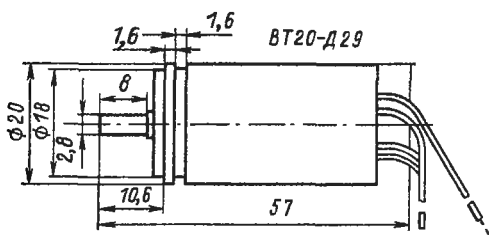


Рис. 16.2. Габаритные и установочные размеры ВТ типов ВТ-2А, ВТМ-Б, ВТ-5, ВТ-4С, ВТ-3А, МВТ-2, МВТ-Б, 2,5ВТ, 2,5МВТ, 3ВТ-2ТВ, ВТ20-Д29



Продолжение рис. 16.2

Технические данные, общие для ВТ серии ВТ-2А

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	500
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	380—510
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на 40 °С, %	0,1
Частота вращения вала, об/мин	6; 15
Момент статического трения, 10 ⁻³ Н·м	22

Условия эксплуатации ВТ серии ВТ-2А

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 300
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	-50 ÷ +65

Таблица 16.5. Точностные показатели ВТ серии ВТ-2А

Показатель	Норма для класса		
	0	1	2
Погрешность отображения синусной зависимости, %	±0,06	±0,1	±0,2
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±1,5	±3,0	±6
ЭДС квадратурной обмотки, %	0,365	0,545	0,727
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	±0,11	±0,22

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч, при частоте вращения:	
6 об/мин	7000
15 об/мин	1500

Таблица 16.6. Технические данные ВТ серии ВТ-2А (номинальное напряжение 110 В, рабочий диапазон 104,5—115,5 В)

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Z ₀₁ , Ом	K
ЛШЗ.010.033	СКВТ	1000	0,565
ЛШЗ.010.034	СКВТ	4100	0,54
ЛШЗ.010.035	СКВТ	4100	0,96
ЛШЗ.010.036	СКВТ	950	0,102
ЛШЗ.010.037	СКВТ	950	0,95
ЛШЗ.010.038	СКВТ	950	0,565
ЛШЗ.010.039	СКВТ	1000	0,95
ЛШЗ.010.040	СКВТ	480	0,565
ЛШЗ.010.041	СКВТ	440	0,565
ЛШЗ.010.042	СКВТ	1000	0,95
ЛШЗ.010.046	СКВТ	1000	0,565
ЛШЗ.010.047	СКВТ	4100	0,54
ЛШЗ.010.048	СКВТ	4100	0,96
ЛШЗ.010.049	СКВТ	480	0,565
ЛШЗ.010.051	СКВТ	1000	0,95
ЛШЗ.010.045	ЛВТ	950	0,565
ЛШЗ.010.050	ЛВТ	440	0,565
ЛШЗ.010.054	МВТ	950	0,59
ЛШЗ.010.055	МВТ	1000	0,59
ЛШЗ.010.056	МВТ	4100	0,54
ЛШЗ.010.057	МВТ	4100	0,96
ЛШЗ.010.058	МВТ	950	0,102
ЛШЗ.010.059	МВТ	400	0,565
ЛШЗ.010.060	МВТ	440	0,15
ЛШЗ.010.061	МВТ	480	0,15
ЛШЗ.010.063	МВТ	440	0,565

Примечание. Z₀₁ — полное входное сопротивление холостого хода.

16.1.3. Вращающиеся трансформаторы серии ВТМ-Б

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполосную четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (Р1, Р3); квадратурной — В3, В4 (Р2, Р4); синусной — С1, С2 (Н1, К1); косинусной — К1, К2 (Н2, К2), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТМ-Б приведены в табл. 16.7, основные технические данные — в табл. 16.8, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2. Масса ВТ серии ВТМ-Б 0,68 кг.

Технические данные, общие для ВТ серии ВТМ-Б

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	390—510
Частота вращения вала, об/мин	60
Момент статического трения, Н·м	0,06

Таблица 16.7. Точностные показатели ВТ серии ВТМ-Б

Показатель	Норма для класса			
	0	1	2	3
Погрешность отображения синусной зависимости, %	±0,06	±0,1	±0,2	—
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±2	±3,5	±6	—
Остаточная ЭДС, %	0,33	0,5	0,67	—
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	±3	±5	±8	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	±0,1	±0,2	±0,3

Таблица 16.8. Технические данные ВТ серии ВТМ-Б

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	К
		номинальное	рабочий диапазон		
4ВТМ-Б-5Э	СКВТ, ЛВТ	115	109—121	400	0,56
4ВТМ-Б-5П	СКВТ, ЛВТ	60	0—60	400	0,56
10ВТМ-Б-5Э	СКВТ, ЛВТ	115	109—121	1000	0,56
10ВТМ-Б-5П	СКВТ, ЛВТ	60	0—60	1000	0,56
10ВТМ-Б-10П	СКВТ	60	0—60	1000	1
20ВТМ-Б-5П	СКВТ	60	0—60	2000	0,56
20ВТМ-Б-10П	СКВТ	60	0—60	2000	1
45ВТМ-Б-5П	СКВТ	60	0—60	4500	0,56
45ВТМ-Б-10П	СКВТ	60	0—60	4500	1

Условия эксплуатации ВТ серии ВТМ-Б

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 200
ускорение, м/с ²	60
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	1200

16.1.4. Вращающиеся трансформаторы серии ВТ-5

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполосную четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (С1, С2); квадратурной — В3, В4 (С3, С4); синусной — С1, С2 (Р1, Р2); косинусной — К1, К2 (Р3, Р4), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный. Масса ВТ серии ВТ-5 0,68 кг.

Точностные показатели ВТ серии ВТ-5 приведены в табл. 16.9, технические данные — в табл. 16.10, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2.

Таблица 16.9. Точностные показатели ВТ серии ВТ-5

Показатель	Норма для класса				
	А	Б	0	1	2
Погрешность отображения синусной зависимости, %	$\pm 0,02$	$\pm 0,04$	$\pm 0,06$	—	—
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	—	—
ЭДС квадратурной обмотки, %	0,125	0,25	0,375	—	—
Остаточная ЭДС, %	0,015	0,02	0,03	0,02	0,04
Неравенство коэффициентов трансформации, %	0,2	0,2	0,2	—	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	—	—	$\pm 0,11$	$\pm 0,22$

Таблица 16.10. Технические данные ВТ серии ВТ-5

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z_{01} , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
КФ3.031.048	СКВТ	40	0—40	200	0,53
ЛШЗ.010.527	ВТДП-Д				
КФ3.031.049	СКВТ	40	0—40	200	0,96
ЛШЗ.010.527-01					
КФ3.031.050	СКВТ	60	0—60	400	0,53
ЛШЗ.010.527-02	ВТДП-Д				
КФ3.031.051	СКВТ	60	0—60	400	0,96
ЛШЗ.010.527-03					
КФ3.031.052	СКВТ	60	0—60	800	0,53
ЛШЗ.010.527-04					
КФ3.031.053	СКВТ	60	0—60	800	0,96
ЛШЗ.010.527-05	ВТДП-П				
ЛШЗ.010.527-06	СКВТ	60	0—60	1600	0,53
КФ3.031.054					
КФ3.031.055	СКВТ	60	0—60	1600	0,96
ЛШЗ.010.527-07					
КФ3.031.104	СКВТ	127	0—127*	400	0,56
ЛШЗ.010.527-12					
КФ3.031.105	СКВТ	127	0—127*	400	1
ЛШЗ.010.527-13					
КФ3.031.064	ЛВТ	40	0—40	200	0,373
ЛШЗ.010.527-08					
КФ3.031.065	ЛВТ	40	0—40	200	0,746
ЛШЗ.010.527-09					
КФ3.031.066	ЛВТ	60	0—60	400	0,373
ЛШЗ.010.527-10					
КФ3.031.067	ЛВТ	60	0—60	400	0,746
ЛШЗ.010.527-11					
КФ3.031.106	ЛВТ	127	0—127*	400	0,373
ЛШЗ.010.527-14					

* При постоянной амплитуде напряжения возбуждения.

Технические данные, общие для ВТ серии ВТ-5

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	500
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . .	380—1050
Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин.	± 3
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, % . .	0,02
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	8
Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения, угл. мин.	2
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,03
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин . .	40
Изменение переходного сопротивления контакта при повороте ротора ЛШЗ.010, Ом . .	0,1
Частота вращения, об/мин:	
КФЗ.031	5
ЛШЗ.010	60
Момент статического трения, 10^{-3} Н·м	13

Условия эксплуатации ВТ серии ВТ-5

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	750
Температура окружающей среды, °С	$-60 \div +100$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
КФЗ.031	6000
ЛШЗ.010	12 000

16.1.5. Вращающиеся трансформаторы серии ВТ-4С

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполусную четырехобмоточную и трехобмоточную

точную машины. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а, б. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (С1, С2); квадратурной — В3, В4 (С3, С4); синусной — С1, С2 (Р1, Р2); косинусной — К1, К2 (Р3, Р4). У МВТ выходная обмотка К1, К2 (Р3, Р4) отсутствует, в скобках даны старые обозначения выводов. Крепле-

Технические данные, общие для ВТ серии ВТ-4С

Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин	± 3
Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	380—1050
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, % . .	0,02
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	8
Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	3
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,03
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин	40
Изменение переходного сопротивления контактов при повороте ротора, Ом	0,1
Частота вращения вала, об/мин	60
Момент статического трения, Н·м	0,013
Масса, кг	0,68

Условия эксплуатации ВТ серии ВТ-4С

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	750
Температура окружающей среды, °С	$-60 \div +100$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . .	12 000

Таблица 16.11. Точностные показатели ВТ серии ВТ-4С

Показатель	Норма для класса			
	0,02	0,05	0,1	0,2
Погрешность отображения синусной зависимости, %	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	—
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	$\pm 0,5$	$\pm 1,25$	± 3	—
ЭДС квадратурной обмотки, %	0,12	0,3	0,6	—
Остаточная ЭДС, %	0,1	0,1	0,1	0,1
Неравенство коэффициентов трансформации, %	0,2	0,2	0,2	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	—	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$

Таблица 16.12. Технические данные ВТ серии ВТ-4С

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z_{01} , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
ЛШЗ.010.170	СКВТ, ВТДП-П	110	99—121	500	1
ЛШЗ.010.171	СКВТ, ЛВТ, ВТДП-Д	110	99—121	500	0,57
ЛШЗ.010.172*	СКВТ, ЛВТ	110	99—121	500	0,57
ЛШЗ.010.173*	СКВТ	110	99—121	500	1
ЛШЗ.010.174	МВТ	110	99—121	500	1
ЛШЗ.010.175	МВТ	110	99—121	500	0,16

* Указанные ВТ имеют ограниченный угол поворота вала, равный $\pm 105^\circ$.

ние ВТ — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии ВТ-4С приведены в табл. 16.11, технические данные — в табл. 16.12, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2. Вращающийся трансформатор серии ВТ-4С отличается от ВТ серии ВТ-5 тем, что буртик у ВТ серии ВТ-4С выполнен зубчатым.

Точностные показатели приведены в табл. 16.13, основные технические данные — в табл. 16.14, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2.

Таблица 16.13. Точностные показатели ВТ серии ВТ-3А

Показатель	Норма для класса		
	0	1	2
Погрешность отображения синусной зависимости, %	$\pm 0,06$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	$\pm 1,5$	± 3	± 6
ЭДС квадратурной обмотки, %	0,365	0,545	1
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	$\pm 0,11$	$\pm 0,22$

16.1.6. Вращающиеся трансформаторы серии ВТ-3А

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполюсную четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (С1, С2); квадратурной — В3, В4 (С3, С4); синусной — С1, С2 (Р1, Р2), косинусной — С3, С4 (Р3, Р4), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Таблица 16.14. Технические данные ВТ серии ВТ-3А

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z_{01} , Ом	К
		номинальное	рабочий диапазон		
ЛШЗ.010.018	СКВТ	60	57—63	1000	0,104
ЛШЗ.010.019	СКВТ	60	57—63	1000	0,575
ЛШЗ.010.020	СКВТ	60	57—63	1000	0,93
ЛШЗ.010.021	СКВТ	110	104,5—115,5	900	0,575
ЛШЗ.010.022	СКВТ	220	209—231	2200	0,93
ЛШЗ.010.023	СКВТ	200	190—210	15000	0,366
ЛШЗ.010.026	СКВТ	110	104,5—115,5	900	0,575
ЛШЗ.010.028	МВТ	60	57—63	1000	0,104
ЛШЗ.010.029	МВТ	60	57—63	1000	0,575
ЛШЗ.010.030	МВТ	110	104,5—115,5	1100	0,14
ЛШЗ.010.031	МВТ	200	190—210	15000	0,366

Технические данные, общие для ВТ серии ВТ-3А

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	500
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . .	380—510
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,2
Частота вращения вала, об/мин	3; 15
Момент статического трения, Н·м	0,01
Масса, кг	0,5

Условия эксплуатации ВТ серии ВТ-3А

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 300
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	—50 ÷ +65
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч, при частоте вращения:	
3 об/мин	7000
15 об/мин	1500

16.1.7. Вращающиеся трансформаторы серии МВТ-2

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполюсную четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: воз-

Таблица 16.15. Точностные показатели ВТ серии МВТ-2

Показатель	Норма для класса			
	А	Б	0	1
Погрешность отображения синусоидальной зависимости, %	±0,02	±0,04	±0,06	±0,1
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±1	±1,5	±2	±3,5
Остаточная ЭДС, %	0,05	0,09	0,125	0,19
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	±1,5	±2,5	±3,0	±5

Таблица 16.16. Технические данные ВТ серии МВТ-2

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z_{01} , Ом	К
		номинальное	рабочий диапазон		
5МВТ-2-5Э	СКВТ, ЛВТ	30	28,5—31,5	500	0,56
5МВТ-2-10Э	СКВТ	30	28,5—31,5	500	1
10МВТ-2-5П	СКВТ	28	2—28	1000	0,56
10МВТ-2-10П	СКВТ	28	2—28	1000	1
20МВТ-2-5П	СКВТ	28	2—28	2000	0,56
20МВТ-2-10П	СКВТ	28	2—28	2000	1

Технические данные, общие для ВТ серии МВТ-2

Погрешность отображения линейной зависимости, % . . .	$\pm 0,2$
Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин:	
при комплектной поставке ВТ классов А и Б . . .	± 3
то же классов 0 и 1 . . .	± 5
при некомплектной поставке ВТ классов А и Б	± 6
то же классов 0 и 1 . . .	± 10
Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . .	380—525
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, % . . .	0,15
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,15
Частота вращения вала, об/мин	60
Момент статического трения, Н·м	0,0015
Масса, кг	0,35

Условия эксплуатации ВТ серии МВТ-2

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 1000
ускорение, м/с ²	75
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	750
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	2000

буждения — В1, В2 (Н1, К1); квадратурной — В3, В4 (Н2, К2); синусной — С1, С2 (Р1, Р3); косинусной — К1, К2 (Р2, Р4), в скобках даны старые обозначения выводов.

Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии МВТ-2 приведены в табл. 16.15, технические данные — в табл. 16.16, габаритные размеры — на рис. 16.2.

16.1.8. Вращающиеся трансформаторы серии МВТ-Б

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполносную четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В3 (Н1, К1); квадратурной — В3, В4 (Н2, К2); синусной — С1, С2 (Р1, Р2); косинусной — К1, К2 (Р3, Р4), в скобках даны старые обозначения выводов.

Крепление ВТ — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Вращающиеся трансформаторы серии МВТ-Б имеют следующие точностные показатели:

Погрешность отображения синусной зависимости, % . . .	$\pm 0,2$
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	± 6
Остаточная ЭДС, %	0,09
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин . . .	± 8

Основные технические данные типоминиалов ВТ серии МВТ-Б приведены в табл. 16.17, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2.

Технические данные, общие для ВТ серии МВТ-Б

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . .	392—408
Частота вращения вала, об/мин	60
Момент статического трения, Н·м	0,006
Масса, кг	0,22

Условия эксплуатации ВТ серии МВТ-Б

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 200
ускорение, м/с ²	60
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	120
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +85
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	1000

Таблица 16.17. Технические данные ВТ серии МВТ-Б

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀ , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
8МВТ-Б-5П	СКВТ	50	0—50	800	0,56
8МВТ-Б-10П	СКВТ	50	0—50	800	1
15МВТ-Б-10П	СКВТ	50	0—50	1500	1
30МВТ-Б-5П	СКВТ	50	0—50	3000	0,56

16.1.9. Вращающиеся трансформаторы серии 2,5ВТ

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполусную четырех- и трехобмоточную машины. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а и б. Обозначение выводов обмоток СКВТ и ЛВТ: возбуждения — В1, В2 (5, 6); квадратурной — В3, В4 (7, 8); синусной — С1, С2 (1, 2); косинусной — К1, К2 (3, 4); МВТ: возбуждения — В1, В2 (3, 4); квадратурной — В3, В4 (5, 6) и выходной — С1, С2 (1, 2), в скобках даны старые обо-

Таблица 16.18. Точностные показатели ВТ серии 2,5ВТ

Показатель	Норма для класса			
	0,05	0,1	0,2	0,3
Погрешность отображения синусной зависимости, %	±0,05	±0,1	—	—
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±1,67	±3,33	—	—
ЭДС квадратурной обмотки, %	0,6	1,2	—	—
Остаточная ЭДС, %	0,05	0,1	—	—
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	±2,5	±5	—	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	—	±0,2	±0,3
Остаточная ЭДС ЛВТ, %	—	—	0,2	0,3

значения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии 2,5ВТ приведены в табл. 16.18, основные технические данные — в табл. 16.19, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2.

Технические данные, общие для ВТ серии 2,5 ВТ

Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин	± 5
Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400

Таблица 16.19. Технические данные ВТ серии 2,5ВТ

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀ , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
ЛШЗ.010.392	СКВТ, ЛВТ, ВТДП-Д	12	0—12	200	0,56
ЛШЗ.010.393	СКВТ	12	0—12	200	1,0
ЛШЗ.010.394	СКВТ, ЛВТ, ВТДП-Д	27	0—27	400	0,56
ЛШЗ.010.395	СКВТ, ВТДП-П,	27	0—27	400	1
ЛШЗ.010.396	СКВТ	27	0—27	800	0,56
ЛШЗ.010.397	СКВТ, ВТДП-П	27	0—27	800	1
ЛШЗ.010.398	СКВТ	27	0—27	1600	0,56
ЛШЗ.010.399	СКВТ	27	0—27	1600	1
ЛШЗ.010.406	МВТ	27	0—27	400	0,16
ЛШЗ.010.407	МВТ	27	0—27	400	0,6
ЛШЗ.010.408	МВТ	27	0—27	400	1,1
ЛШЗ.010.409	МВТ	27	0—27	800	0,16
ЛШЗ.010.410	МВТ	27	0—27	800	0,6
ЛШЗ.010.411	МВТ	27	0—27	800	1,1
ЛШЗ.010.412	МВТ	27	0—27	1600	0,16

Примечания: 1. ВТ типов ЛШЗ.010.392—395 и ЛШЗ.010.406—408 работают при постоянной амплитуде напряжения возбуждения.

2. При частоте 1000 Гц ВТ всех типов могут работать при напряжении возбуждения 40 В.

3. Основные погрешности при частоте 1000 Гц увеличиваются на 25% по сравнению с погрешностями при частоте 400 Гц.

Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . . 380—1050

Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, %:

ВТ типов ЛШЗ.010.398, 399, 412, 413 0,05
остальных типов 0,03

Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин 30

Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения, угл. мин ± 2

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %:

ВТ типов ЛШЗ.010.398, 399, 412, 413 0,25
остальных типов 0,2

Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин 40

Изменение нулевого положения ротора при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин ± 2

Частота вращения вала, об/мин 5; 20

Момент статического трения, Н·м 0,0015

Масса, кг 0,12

Условия эксплуатации ВТ серии 2,5КТ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц До 2500

ускорение, м/с² 150

Ударные нагрузки, м/с² 750

Температура окружающей среды, °С $-60 \div +100$

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч, при частоте вращения:

5 об/мин 6000

20 об/мин 1000

16.1.10. Вращающиеся трансформаторы серии 3ВТ-2ТВ

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполусную четырехобмоточную или шестиполусную машины. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а и г. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1,

Таблица 16.20. Точностные показатели ВТ серии 3ВТ-2ТВ

Показатель	Норма для класса			
	0,05	0,1	0,2	0,3
Погрешность отображения синусной зависимости, %	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	—
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	$\pm 2,0$	$\pm 3,5$	$\pm 7,0$	—
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	± 3	± 5	± 10	—
Остаточная ЭДС, мВ	20(60)	20(60)	20(60)	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	—	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
Остаточная ЭДС ЛВТ, мВ	—	—	20(60)	20(60)

Примечание. Для ВТ типов 3ВТ-2ТВ-2 и 3ВТ-2ТВ-3 значения остаточной ЭДС приведены в скобках.

Таблица 16.21. Технические данные ВТ серии 3ВТ-2ТВ

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z_{01} , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
3ВТ-2ТВ-1	СКВТ, ВТДП	27	0—27	800	0,56
3ВТ-2ТВ-2	СКВТ, ВТДП	27	0—27	800	1,0
3ВТ-2ТВ-3	СКВТ, ЛВТ	27	0—27	400	0,59
3ВТ-2ТВ-4	СКВТ, ВТДП	27	0—27	400	1,0
3ВТ-2ТВ-5	СКВТ, ВТДП	12	0—12	200	0,56
3ВТ-2ТВ-6	СКВТ, ВТДП	12	0—12	200	1,0
3ВТ-2ТВ-7	СКВТ, ЛВТ, ВТДП	12	0—12	200	0,56
3ВТ-2ТВ-8	СКВТ, ВТДП	12	0—12	200	1,0

Технические данные, общие для ВТ серии ЗВТ-2ТВ

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . .	380—428
Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин:	
при комплектной поставке	± 5
при некомплектной поставке	± 10
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, % . .	0,2
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин:	
ЗВТ-2ТВ-2	60
остальных типов	150
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40°C, %	0,55
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40°C, угл. мин . .	120
Частота вращения вала, об/мин	20
Момент статического трения, Н·м	0,0006
Масса, кг	0,115

Условия эксплуатации ВТ серии ЗВТ-2ТВ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 1000
ускорение, м/с ²	75
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	350
Температура окружающей среды, °C	-60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	3000

В2 (5, 10); квадратурной — В3, В4 (7, 12); синусной — С1, С2 (1, 3); косинусной — К1, К2 (2, 4); первой дополнительной — В5, В6 (6, 9); второй дополнительной — В7, В8 (8, 11), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии ЗВТ-2ТВ приведены в табл. 16.20, основные

технические данные — в табл. 16.21, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2.

16.1.11. Вращающиеся трансформаторы серии ВТ20-Д29

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой контактную двухполюсную четырехобмоточную или шестиобмоточную машины. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а и г. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (1, 2); квадратурной — В3, В4 (3, 4); синусной —

Технические данные, общие для ВТ серии ВТ20-Д29

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	380—4200
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, %:	
ВТ20-27-0,8-0,56-Д29	0,2
остальных типов	0,1
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	100
Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	3
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40°C, %	0,3
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40°C, угл. мин	75
Изменение нулевого положения ротора при изменении температуры окружающей среды от -60 до 85°C, угл. мин . . .	3
Изменение переходного сопротивления контактов при повороте ротора, Ом	± 1
Частота вращения вала, об/мин	5; 120
Момент статического трения, Н·м	0,001
Крутизна выходной ЭДС трансформаторной дистанционной передачи, мВ/мин	3
Масса, кг	0,065

Условия эксплуатации ВТ серии ВТ20-Д29

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . До 2000

ускорение, м/с² . . . 200Ударные нагрузки, м/с² . . . 750

Температура окружающей среды, °С . . . -60 ÷ +85

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч, при частоте вращения:

5 об/мин . . . 10 000

120 об/мин . . . 2000

С1, С2 (5, 6); косинусной — К1, К2 (7, 8); первой дополнительной — В5, В6 (9, 10); второй дополнительной — В7, В8 (11, 12), в скобках даны цифровые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии ВТ20-Д29 приведены в табл. 16.22, основные технические данные — в табл. 16.23, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.2.

Реализация точностных возможностей шестиобмоточных ВТ обеспечивается применением специальных электронных усилителей (рис. 16.3). При включении электронного усилителя с коэффициентом усиления не менее 50 в цепь обмотки возбуждения ВТ типов ВТ20-12-0,4-1-Д29 и ВТ20-12-0,4-0,74-Д29 перечисленные ниже дополнительные погрешности будут иметь следующие значения:

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, % . . . 0,1

Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин 10

Таблица 16.22. Точностные показатели ВТ серии ВТ20-Д29

Показатель	Норма для класса			
	0,05	0,1	0,2	0,3
Погрешность отображения синусной зависимости, %	±0,05	±0,1	±0,2	—
Асимметрия нулевых точек, угл. мин	±1,67	±3,33	±6,67	—
ЭДС квадратурной обмотки, %	1	1	2	—
Остаточная ЭДС, %	0,2 (0,1)	0,2 (0,1)	0,2 (0,1)	—
Неравенство коэффициентов трансформации, %	0,05	0,1	0,2	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	±0,1	±0,2	±0,3
Остаточная ЭДС ЛВТ, %	—	0,1	0,2	0,2
Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин	±5	±10	—	—

Примечание. Для ВТ типов ВТ20-27-0,4-1-Д29 и ВТ20-27-0,4-0,56-Д29 значения остаточной ЭДС приведены в скобках.

Таблица 16.23. Технические данные ВТ серий ВТ20-Д29

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K	m, шт.
		номинальное	рабочий диапазон			
ВТ20-27-0,4-1-Д29	СКВТ, ВТДП	27	24,3—29,7	400	1	1
ВТ20-27-0,4-0,56-Д29	СКВТ, ВТДП, ЛВТ	27	24,3—29,7	400	0,56	2
ВТ20-27-0,8-0,56-Д29	СКВТ, ВТДП	27	0—29,7	800	0,56	4
ВТ20-27-1,6-0,56-Д29	СКВТ, ВТДП	27	0—29,7	1600	0,56	5
ВТ20-12-0,4-1-Д29	СКВТ, ВТДП	12	0—13,2	400	1	—
ВТ20-12-0,4-0,74-Д29	СКВТ, ВТДП, ЛВТ	12	10,8—13,2	400	0,74	—

Примечание. m — наибольшее количество ВТДП-приемников, которое может быть подключено к одному датчику.

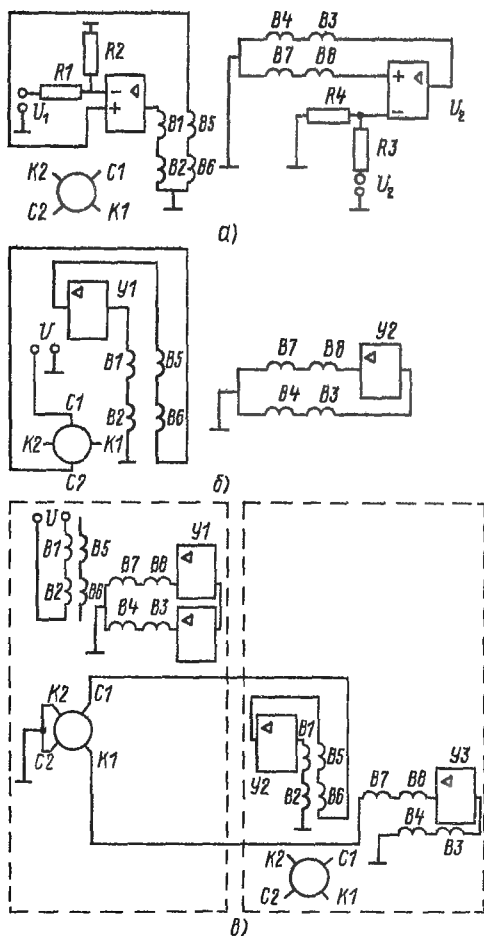


Рис. 16.3. Электрические схемы включения шестиобмоточных ВТ в режиме СКВТ (а), в режиме ЛВТ (б) и в режиме ТДП (в)

Основные и дополнительные погрешности всех ВТ этой серии при применении их на частотах напряжения возбуждения 1000, 2000 и 4000 Гц не увеличиваются.

16.1.12. Вращающиеся трансформаторы серии 1,2ВТ-2ТВ

Вращающиеся трансформаторы серии 1,2ВТ-2ТВ представляют собой контактную двухполосную четырехобмоточную или шестиобмоточную машину. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а и г. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2

(1, 2); квадратурной — В3, В4 (3, 4); синусной — С1, С2 (5, 6); косинусной — К1, К2 (7, 8); первой дополнительной — В5, В6 (9, 10), второй дополнительной — В7, В8 (11, 12), в скобках даны цифровые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии 1,2ВТ-2ТВ приведены в табл. 16.24, основные технические данные — в табл. 16.25, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Технические данные, общие для ВТ серии 1,2ВТ-2ТВ

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	380—4200
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	2,5
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин	210
Изменение нулевого положения ротора при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин	3,33
Изменение переходного сопротивления контактов при повороте ротора, Ом	± 1
Частота вращения вала, об/мин	5; 120
Момент статического трения, Н·м	0,0015
Масса, кг	0,02

Реализация точностных возможностей шестиобмоточных ВТ обеспечивается применением специальных электронных усилителей. При включении электронного усилителя с коэффициентом усиления не менее 50 в цепь обмотки возбуждения ВТ типов 1,2ВТ-2ТВ-3 и 1,2ВТ-2ТВ-4 перечисленные ниже дополнительные погрешности будут иметь следующие значения:

Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, %	0,3
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	40
Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	15

Таблица 16.24. Точностные показатели ВТ серии 1,2ВТ-2ТВ

Показатель	Норма для класса			
	0,2	0,3	0,4	20
Погрешность отображения синусной зависимости, %	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	—	—
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	$\pm 6,67$	$\pm 10,0$	—	—
ЭДС квадратурной обмотки, %	2(3)	2(3)	—	—
Остаточная ЭДС, %	0,4(0,1)	0,6(0,2)	—	—
Неравенство коэффициентов трансформации, %	0,2	0,3	—	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	—	$\pm 0,4$	—
Остаточная ЭДС ЛВТ, %	—	—	0,2	—
Погрешность следования дистанционной передачи (произвольно выбранных пар), угл. мин	—	—	—	± 20
Погрешность следования с эталонным устройством, угл. мин:				
ВТДП-датчика	—	—	—	± 9
ВТДП-приемника	—	—	—	± 11

Примечание. Данные, указанные в скобках, относятся к шестибмоточным ВТ типов 1,2ВТ-2ТВ-3 и 1,2ВТ-2ТВ-4.

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, % 0,3

Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин 6

Изменение нулевого положения ротора при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин 3,33

Основные и дополнительные погрешности всех ВТ этой серии при применении их на частотах напряжения возбуждения 1000, 2000 и 4000 Гц не увеличиваются.

Условия эксплуатации ВТ серии 1,2ВТ-2ТВ

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц 3000

Таблица 16.25. Технические данные ВТ серии 1,2ВТ-2ТВ

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
1,2ВТ-2ТВ-1	СКВТ, ВТДП	12	10,8—13,2	800	1
1,2ВТ-2ТВ-2	СКВТ, ВТДП	12	10,8—13,2	800	0,56
1,2ВТ-2ТВ-3	СКВТ	6	0—6,6	200	1
1,2ВТ-2ТВ-4	СКВТ, ЛВТ	6	0—6,6	200	0,536

ускорение, м/с² 200

Ударные нагрузки, м/с² 1500

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч, при частоте вращения:

 5 об/мин 10 000

 120 об/мин 2000

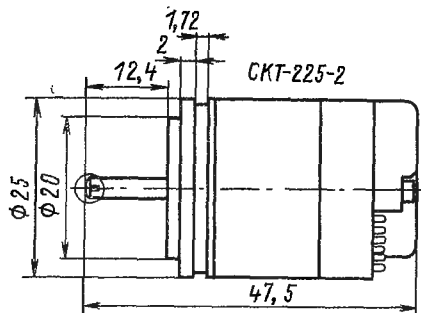
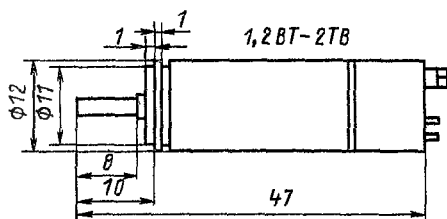
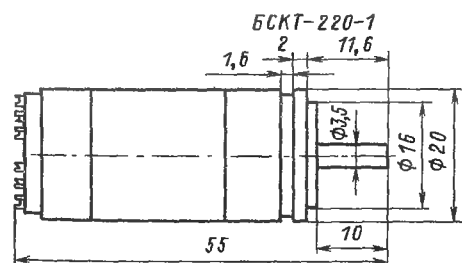
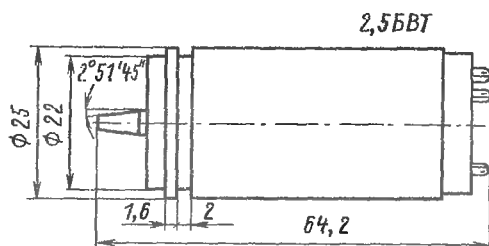
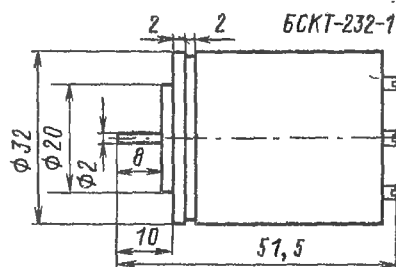
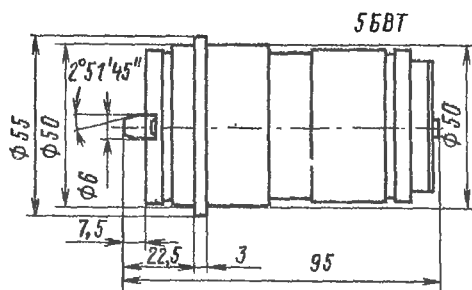
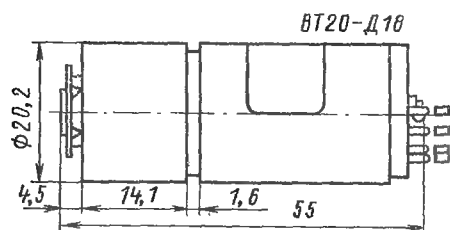
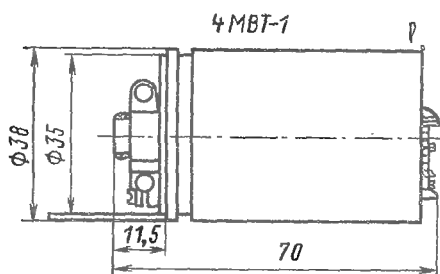
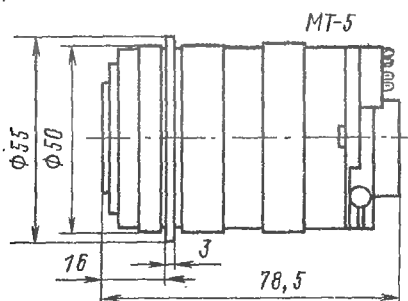
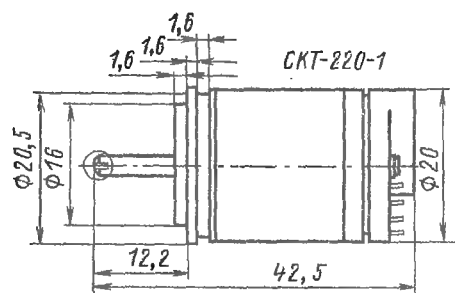


Рис. 16.4. Габаритные и установочные размеры ВТ типов 1,2ВТ-2ТВ, СКТ-225-2, СКТ-220-1, МТ-5, 4МВТ-1, ВТ20-Д18, 5БВТ, БСКТ-232-1, 2,5БВТ, БСКТ-220-1



Продолжение рис. 16.4

16.1.13. Вращающиеся трансформаторы серии СКТ-225-2

Вращающиеся трансформаторы серии СКТ-225-2 представляют собой контактную двухполюсную четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1,в. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (10, 11); квадратурной — В3, В4 (11, 12); синусной — С1, С2 (1, 2),

косинусной — К1, К2 (3, 4). Обмотки возбуждения и квадратурная имеют общий вывод (клемму) В2 (11). У ВТ типа СКТ-225-2П обмотка В3, В4 (11, 12) — выходящая, в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ приведены в табл. 16.26, 16.27, основные технические данные — в табл. 16.28, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Технические данные, общие для ВТ серии СКТ-225-2

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . .	380—420
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	1,5
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. град:	
СКТ-225-2ДФ	1,5
остальных	1
Частота вращения вала, об/мин	25
Момент статического трения, Н·м	0,001
Масса, кг	0,09

Условия эксплуатации ВТ серии СКТ-225-2

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 300
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	120
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . .	2200

Таблица 16.26. Точностные показатели ВТ серии СКТ-225-2

Показатель	Норма для класса	
	0,1	0,2
Погрешность отображения синусной зависимости, %	±0,1	±0,2
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин:		
СКТ-225-2ДФ	±3,5	±5
остальных	±2	±7
ЭДС квадратурной обмотки, мВ:		
СКТ-225-2ДФ	25	50
остальных типов	200	300
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	5	7,5

Примечание. Крутизна, мВ/мин, определяется как частное от деления максимального выходного напряжения на коэффициент 3,6.

Таблица 16.27. Точностные показатели системы ТДП, составленной из ВТ серии СКТ-225-2

Показатель	ВТ, входящие в ТДП			
	СКТ-225-2Д, СКТ-225-2П		СКТ-225-2Д8, СКТ-225-2П	
	Класс точности датчика и приемника			
	0,1	0,2	0,1	0,2
Погрешность сле- дования ТДП, угл. мин	± 5	± 10	± 5	± 10
Отношение оста- точной ЭДС к крутизне, угл. мин	10	15	10	15
Крутизна, мВ/мин	7	7	1,7	1,7

Таблица 16.28. Технические данные ВТ серии СКТ-225-2

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
СКТ-225-2Д	ВТДП-Д	36	32,4—37,8	1330	1
СКТ-225-2Д8	ВТДП-Д	36	32,4—37,8	1330	0,22
СКТ-225-2П	ВТДП-П	36	7—38	5100	1
СКТ-225-2ДФ	ВТДП-дифференциал	8	7—9	720	1

16.1.14. Вращающиеся трансформаторы серии СКТ-220-1

Вращающиеся трансформаторы серии СКТ-220-1 представляют собой контактную двухполюсную четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1,в. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (10, 11); квадратурной — В3, В4 (11, 12); синусной — С1, С2 (1, 2); косинусной — К1, К2 (3, 4). Обмотки возбуждения и квадратурная имеют общий вывод (клемму) В2 (11). У ВТ типа СКТ-225-2П обмотка В3, В4 (11, 12) выходная, в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Технические данные, общие для ВТ серии СКТ-220-1

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . .	380—420
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %:	
СКТ-220-1П	3
остальных типов	2
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин:	
СКТ-220-1П	3
остальных типов	2
Частота вращения вала, об/мин	25
Момент статического трения, Н·м	0,001
Масса, кг	0,04

Условия эксплуатации ВТ серии СКТ-220-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 300
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	120
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч. . .	2200

Таблица 16.29. Точностные показатели ВТ
серии СКТ-220-1

Показатель	Норма для класса	
	0,2	0,35
Погрешность отображения синусной зависимости, %	±0,2	±0,35
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±5	±10
ЭДС квадратурной обмотки, мВ:		
СКТ-220-1П	150	250
остальных	300	500
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	5	10
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	7,5	10

Таблица 16.30. Показатели системы ТДП,
составленной из ВТ серии СКТ-220-1

Показатель	ВТ, входящие в ТДП	
	СКТ-220-1Д	СКТ-220-1П
	Класс точности датчика и приемника	
	0,2	0,35
Погрешность следования ТДП, угл. мин	±10	±20
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	15	20
Крутизна, мВ/мин	0,85	0,85

Таблица 16.31. Технические данные ВТ
серии СКТ-220-1

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
СКТ-220-1Д	ВТДП-Д	36	32,4—37,8	1700	0,22
СКТ-220-1П	ВТДП-П	8	7,5—8,5	2770	0,56

Точностные показатели ВТ серии СКТ-220-1 приведены в табл. 16.29, 16.30, основные технические данные — в табл. 16.31, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

16.1.15. Масштабные вращающиеся трансформаторы серии МТ-5

Вращающиеся трансформаторы серии МТ-5 представляют собой бесконтактную двухполосную трехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, б. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (С1, С2); квадратурной — В3, В4 (С3, С4) и выходной — С1, С2 (Р1, Р2), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные типонаименований ВТ серии МТ-5 приведены в табл. 16.32, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Примечание. См. примечание к табл. 16.26.

Таблица 16.32. Технические данные ВТ серии МТ-5

Обозначение (тип) ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K
	номинальное	рабочий диапазон		
КФ3.031.075	40	0—40	200	0,15
КФ3.031.076	40	0—40	200	0,55
КФ3.031.077	40	0—40	200	0,98
КФ3.031.058	60	0—60	400	0,15
КФ3.031.059	60	0—60	400	0,55
КФ3.031.060	60	0—60	400	0,98
КФ3.031.061	60	0—60	800	0,15
КФ3.031.062	60	0—60	800	0,55
КФ3.031.063	60	0—60	800	0,98
КФ3.031.069	60	0—60	1600	0,15
КФ3.031.070	60	0—60	1600	0,55
КФ3.031.071	60	0—60	1600	0,98
КФ3.031.057	60	0—60	16000	0,0125
КФ3.031.107	127	0—127	400	0,15
КФ3.031.108	127	0—127	400	0,6
КФ3.031.109	127	0—127	400	1,1

Примечание. Вращающиеся трансформаторы типов КФ3.031.107—109 работают при постоянной амплитуде напряжения возбуждения.

Технические данные, общие для ВТ серии МТ-5

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . .	380—1050
Остаточная ЭДС, %	0,03
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, % . .	0,02
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	10
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,03
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин . .	40
Изменение остаточной ЭДС при воздействии температуры окружающей среды, %	0,09
Изменение остаточной ЭДС при воздействии механических нагрузок, %	0,04
Масса, кг	0,68

Условия эксплуатации ВТ серии МТ-5

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц До 2000

ускорение, м/с² 100

Ударные нагрузки, м/с² 750

Температура окружающей среды, °С —60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха

при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 10 000

16.1.16. Масштабные вращающиеся трансформаторы серии 4МВТ

Вращающиеся трансформаторы серии 4МВТ представляют собой бесконтактную двухполносную четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (Н1, К1); квадратурной — В3, В4 (Н2, К2); первой выходной — С1, С2 (Р1, Р3); второй выходной — К1, К2 (Р2, Р4), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные ВТ серии 4МВТ даны в табл. 16.33, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Технические данные, общие для ВТ серии 4МВТ

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	380—525
Остаточная ЭДС, мВ	40
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, % . . .	0,15
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,15
Изменение остаточной ЭДС при воздействии механических нагрузок, %	0,02
Масса, кг	0,36

Условия эксплуатации ВТ серии 4МВТ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц До 1000

ускорение, м/с² 75

Ударные нагрузки, м/с ² . . .	750
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	1000

Таблица 16.33. Технические данные ВТ серии 4МВТ

Обозначение (тип) ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K
	номинальное	рабочий диапазон		
4МВТ-1	30	28,5—31,5	500	0,6
4МВТ-2	30	28,0—32	500	1,1
4МВТ-3	30	0,5—30	1000	0,6
4МВТ-4	30	0,5—30	1000	1,1

16.1.17. Масштабные вращающиеся трансформаторы серии ВТ20-Д18

Вращающиеся трансформаторы серии ВТ20-Д18 представляют собой бесконтактную двухполосную четырехобмоточную и шестиобмоточную машину. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а и г. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (1, 2); квадратурной — В3, В4 (3, 4); первой выходной — С1, С2 (5, 6); второй выходной — К1, К2 (7, 8); первой дополнительной — В5, В6 (9, 10); второй дополнительной — В7, В8 (11, 12), в скобках даны цифровые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные ВТ серии ВТ20-Д18 приведены в табл. 16.34, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Технические данные, общие для ВТ серии ВТ20-Д18

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . .	380—4200
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения и частотах напряжения возбуждения 400, 1000, 2000 и 4000 Гц	0,3
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	100

Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	3
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,3
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин . . .	75
Изменение нулевого положения ротора при изменении температуры окружающей среды, угл. мин	3
Отношение изменения выходной ЭДС к максимальному выходному напряжению при воздействии механических нагрузок, %	0,2
Масса, кг	0,085

Реализация точностных возможностей шестиобмоточных ВТ обеспечивается применением специальных электронных усилителей. При включении электронного усилителя с коэффициентом усиления не менее 50 в цепь обмотки возбуждения ВТ типа ВТ20-12-0,4-1,15-Д18 приведенные ниже дополнительные погрешности будут иметь следующие значения:

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,1
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин . . .	10

Дополнительные погрешности всех ВТ этой серии при применении их на частотах напряжения возбуждения 1000, 2000 и 4000 Гц не изменяются.

Условия эксплуатации ВТ серии ВТ20-Д18

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 3000
ускорение, м/с ²	200
Ударные нагрузки, м/с ²	750
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +85
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	10 000

Таблица 16.34. Технические данные ВТ серии ВТ20-Д18

Обозначение (тип) ВТ	Напряжение, В		Z_{01} , Ом	К	Остаточная ЭДС, %
	номинальное	рабочий диапазон			
ВТ20-27-0,4-1,15-Д18	27	24,3—29,7	400	1,15	0,1
ВТ20-27-0,4-0,64-Д18	27	24,3—29,7	400	0,64	0,2
ВТ20-27-0,8-0,64-Д18	27	0—27	800	0,64	0,2
ВТ20-27-1,6-0,64-Д18	27	0—27	1600	0,64	0,2
ВТ20-12-0,4-1,15-Д18	12	0—12	400	1,15	0,25

16.1.18. Бесконтактные вращающиеся трансформаторы серии 5БВТ

Вращающиеся трансформаторы серии 5БВТ представляют собой двухполосную трехобмоточную или четырехобмоточную машину. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, д — ж. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2; синусной — С1, С2; косинусной — К1, К2 и квадратурной (у четырехобмоточного ВТ типа 5БВТ-2 — В3, В4). Крепление ВТ — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Технические данные, общие для ВТ серии 5БВТ

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . .	380—4200
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, % . .	0,15
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С . . .	0,8
Изменение положения согласования трансформаторной дистанционной передачи при изменении температуры окружающей среды, угл. мин . .	3

Частота вращения вала, об/мин 1000

Момент статического трения,

Н·м:

ЛШЗ.010.516 0,0005

остальных типов 0,0025

Масса, кг 0,81

Условия эксплуатации ВТ серии 5БВТ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . До 2000

ускорение, м/с² 100

Таблица 16.36. Точностные показатели ВТ серии 5БВТ в режиме ТДП

Показатель	Норма для класса			
	1	2	3	10*
Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин	±1	±2	±4	±10
Остаточная ЭДС	26	26	26	50
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	—	—	—	±6,67
Неравенство коэффициентов трансформации, %	—	—	—	0,2

* Значения приведены для ВТ типа 5БВТ-2.

Таблица 16.35. Точностные показатели ВТ серии 5БВТ

Показатель	Норма для класса				
	0,02	0,05	0,10	0,3	0,4
Погрешность отображения синусной зависимости, %	±0,02	±0,05	±0,1	—	—
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±0,67	±1,67	±3,33	—	—
Остаточная ЭДС, %	0,02	0,05	0,1	—	—
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	1	2,5	5	—	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	—	—	±0,3	±0,4
Остаточная ЭДС ЛВТ, %	—	—	—	0,1	0,2

Ударные нагрузки, м/с ² . . .	1500
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
ЛШЗ.010.516 и ЛШЗ.010.390	30 000
остальных	5000

Точностные показатели ВТ серии 5БВТ приведены в табл. 16.35, 16.36, основные технические данные — в табл. 16.37, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Таблица 16.37. Технические данные ВТ серии 5БВТ

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
ЛШЗ.010.391	СКВТ, ВТДП-Д	40	0—40	200	0,56
ЛШЗ.010.516-01	СКВТ, ВТДП-Д	40	0—40	200	0,56
ЛШЗ.010.516-02	СКВТ, ВТДП-Д	40	0—40	200	0,56
ЛШЗ.010.516-03	ЛВТ, ВТДП-Д	40	0—40	200	0,72
ЛШЗ.010.390	ВТДП-П	27	0—27	200	0,96
ЛШЗ.010.530	СКВТ, ВТДП-Д	40	0—40	400	1
5БВТ-2	ВТДП-Д				
ЛШЗ.010.390-01	СКВТ	6	0—6	20	0,56
5БВТ-И					

Примечание. Вращающийся трансформатор 5БВТ-И предназначен для работы при импульсном напряжении возбуждения с амплитудой импульсов не более 110 В и действующем значении тока не более 0,5 А.

16.1.19. Бесконтактные вращающиеся трансформаторы типа БСКТ-232-1

Бесконтактные вращающиеся трансформаторы типа БСКТ-232-1 представляют собой двухполосную трехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, е. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (5, 6); синусной — С1, С2 (1, 2); косинусной — К1, К2 (3, 4), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели БСКТ-232-1 даны в табл. 16.38, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Таблица 16.38. Точностные показатели ВТ типа БСКТ-232-1

Показатель	Норма для класса	
	1	2
Погрешность следования ТДП, угл. мин	± 35	± 60
Отношение остаточной ЭДС к крутизне для ТДП, угл. мин	75	75
Асимметрия нулевых положений ротора СКВТ, угл. мин	± 30	± 55
Отношение остаточной ЭДС к крутизне для СКВТ, угл. мин	67,5	67,5

Технические данные, общие для ВТ типа БСКТ-232-1

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды до 70 °С, %	20
Крутизна выходной ЭДС трансформаторной дистанционной передачи, мВ/угл. град	60
Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	380—420
Номинальное напряжение возбуждения, В	18
Диапазон рабочих напряжений возбуждения, В	16,2—18,9
Полное входное сопротивление холостого хода, Ом	2400
Коэффициент трансформации	0,36
Частота вращения вала, об/мин	2
Момент статического трения, мН·м	0,006
Масса, кг	0,15

Условия эксплуатации ВТ типа БСКТ-232-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 300
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

16.1.20. Бесконтактные вращающиеся трансформаторы серии 2,5БВТ

Вращающиеся трансформаторы этой серии представляют собой двухполюсную трех- или четырехобмоточную машину. Электрические схемы ВТ приведены на рис. 16.1, д-ж. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (1, 2); синусной — С1, С2 (3, 4); косинусной — К1, К2 (5, 6). У ВТ типа 2,5БВТ-П обмотка В1, В2 (1, 2) — выходная. У ВТ типа 2,5БВТ-2: возбуждения — В1, В2 (1, 2); квадратурной — В3, В4 (3, 4); синусной — С1, С2 (5, 6); косинусной — К1, К2 (7, 8), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии 2,5БВТ приведены в табл. 16.39–16.42, основные технические данные — в табл. 16.43, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Технические данные, общие для ВТ серии 2,5БВТ

Погрешность отображения линейной зависимости 2,5БВТ-Л, %	± 0,8
Остаточная ЭДС 2,5БВТ-Л, %	0,3
Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	380–21 000
Частота вращения вала, об/мин	1000
Момент статического трения, 10 ⁻⁴ Н·м	16
Масса, кг	0,13

Условия эксплуатации ВТ серии 2,5БВТ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 3000
ускорение, м/с ²	200
Ударные нагрузки, м/с ²	
Температура окружающей среды, °С	–60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	
Гарантийная наработка, ч	15 000

Таблица 16.39. Точностные показатели ВТ серии 2,5БВТ*

Показатель	Норма для класса			
	3	5	10	20
Погрешность следования ТДП, угл. мин:				
2,5БВТ-2	—	—	± 10	± 20
остальных типов	± 3	± 5	± 10	—
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	—	—	± 7	± 14
Остаточная ЭДС, %	—	—	0,2	0,3
Неравенство коэффициентов трансформации, %	—	—	0,2	0,3

* Кроме 2,5БВТС.

Таблица 16.40. Точностные показатели ВТ серии 2,5БВТ-С

Показатель	Норма для класса	
	0,1	0,2
Погрешность отображения синусной зависимости, %	± 0,1	± 0,2
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	± 3,33	± 6,67
Остаточная ЭДС, %	0,1	0,2
Неравенство коэффициентов трансформации	0,1	0,2

Таблица 16.43. Технические данные ВТ серии 2,5БВТ

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K	m, шт.
		номинальное	рабочий диапазон			
2,5БВТ-Д	ВТДП-Д, СКВТ	12	0–12	200	0,56	2
2,5БВТ-П	ВТДП-П	12	0–27	800	1	—
2,5БВТ-С	СКВТ	12	0–12	200	0,56	—
2,5БВТ-Л	ЛВТ	12	0–12	200	0,52	—
2,5БВТ-2	СКВТ, ВТДП-дифференциал	12	0–12	400	0,56	1

Таблица 16.41. Показатели типономиналов 2,5БВТ в режимах СКВТ и ТДП

Показатель	2,5БВТ-Д	2,5БВТ-П	2,5БВТ-С	2,5БВТ-Л	2,5БВТ-2
<i>Режим СКВТ</i>					
Напряжение возбуждения, В	12	—	—	6	12
Полное входное сопротивление холостого хода, Ом	200	—	—	100	400
Коэффициент трансформации	0,56	—	—	0,8	0,56
Класс точности	0,2	—	—	0,2	0,3
Изменение коэффициента трансформации при изменении напряжения возбуждения, %:					
на $\pm 5\%$	—	—	0,2	0,2	—
от 0 до 12 В	1	—	1	1	0,5
Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении напряжения возбуждения, угл. мин:					
на $\pm 5\%$	—	—	10	10	—
от 0 до 12 В	40	—	40	40	100
Изменение нулевого положения ротора при изменении напряжения возбуждения, угл. мин:					
на $\pm 5\%$	—	—	1	1	—
от 0 до 12 В	3	—	3	3	3
Погрешности, вызванные изменением температуры окружающей среды на каждые 40°C :					
изменение коэффициента трансформации, %	2	—	2	5	15
изменение сдвига фазы выходной ЭДС, угл. мин	250	—	250	250	600
изменение нулевого положения ротора, угл. мин	3	—	3	6	3
<i>Режим ТДП</i>					
Изменение положения согласования ТДП при изменении температуры окружающей среды, угл. мин	6	6	—	—	6
Крутизна выходной ЭДС ТДП, мВ/угл. мин	1,25	1,25	—	—	0,40
Отношение остаточной ЭДС к крутизне выходной ЭДС ТДП, угл. мин	12	12	—	—	40

Таблица 16.42. Показатели ВТ при частоте напряжения возбуждения 20 000 Гц

Показатель	2,5БВТ-Д	2,5БВТ-П	2,5БВТ-С	2,5БВТ-Л	2,5БВТ-2
Полное входное сопротивление холостого хода, Ом	3500	15 000	3500	4500	13 000
Коэффициент трансформации	0,56	1,40	0,56	0,56	1,00
Погрешность следования ТДП, угл. мин	± 10	± 10	—	—	± 20
Погрешность отображения синусной зависимости, %	—	—	$\pm 0,5$	—	—
Погрешность отображения линейной зависимости, %	—	—	—	$\pm 1,5$	—

Примечание. При частотах напряжения возбуждения 10 000—20 000 Гц ВТ типа 2,5БВТ-2 применяется при инверсном включении (сторона возбуждения — выводы 5, 6 и 7, 8).

16.1.21. Бесконтактные вращающиеся трансформаторы серии БСКТ-220-1

Бесконтактные вращающиеся трансформаторы серии БСКТ-220-1 представляют собой двухполосную трехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, е. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (5, 6); синусной — С1, С2 (1, 2); косинусной — К1, К2 (3, 4), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление ВТ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии БСКТ-220-1 приведены в табл. 16.44, 16.45, основные технические данные — в табл. 16.46, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.4.

Таблица 16.44. Точностные показатели ВТ серии БСКТ-220-1

Показатель	Норма для класса		
	0,2	0,35	0,5
Погрешность отображения синусной зависимости, %	$\pm 0,2$	$\pm 0,35$	$\pm 0,5$
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	± 7	± 12	± 17
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	7,5	12(10)*	15
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	7	12	17

* Для БСКТ-220-1П.

Технические данные, общие для ВТ серии БСКТ-220-1

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . .	380—420
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	10
Частота вращения вала, об/мин	125
Момент статического трения, Н·м	0,0004
Масса, кг	0,07

Условия эксплуатации ВТ серии БСКТ-220-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	До 300
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	120
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . .	3000

Таблица 16.45. Точностные показатели системы ТДП, составленной из ВТ серии БСКТ-220-1

Показатель	ВТ, входящие в ТДП					
	БСКТ-220-1Д, БСКТ-220-1П			БСКТ-220-1Д8, БСКТ-220-1П		
	Класс точности датчика					
	0,2	0,35	0,5	0,2	0,35	0,5
	Класс точности приемника					
	0,35	0,5	0,5	0,35	0,5	0,5
Погрешность следования ТДП, угл. мин	± 20	± 30	± 30	± 20	± 30	± 30
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	17,5	25	30	17,5	25	30
Крутизна, мВ/угл. мин	3	3	3	0,8	0,8	0,8

Таблица 16.46. Технические данные ВТ серии БСКТ-220-1

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z_{01} , Ом	K
		номи- нальное	рабочий диапазон		
БСКТ-220-1Д	ВТДП-Д, СКВТ	36	34—38	380	0,56
БСКТ-220-1Д8	ВТДП-Д, СКВТ	36	6,5—38	380	0,22
БСКТ-220-1П	ВТДП-П	36	34—38	1200	0,83

16.1.22. Бескорпусные двухполюсные вращающиеся трансформаторы серии ВТП-1

Вращающиеся трансформаторы серии ВТП-1 представляют собой четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2; квадратной — В3, В4; синусной — С1, С2 и косинусной — К1, К2. Назначение ВТ серии ВТП-1 — ВТДП-Д. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ типа ВТП-1 приведены в табл. 16.47, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.5.

Технические данные, общие для ВТ типа ВТП-1

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . .	380—4200
Номинальное напряжение возбуждения, В	27
Диапазон рабочих напряжений возбуждения, В	0—27
Полное входное сопротивление холостого хода, Ом	225
Коэффициент трансформации	1
Изменение положения согласования ТДП при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. мин	2,5
Крутизна, мВ/угл. мин	5
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	16
Наибольшее количество ВТДП-приемников, которые могут быть подключены к одному датчику	2
Тип ВТДП-приемника, с которым работает ВТП-1	ВТ-5
Масса, кг	0,37

Условия эксплуатации ВТ типа ВТП-1

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц До 3000

ускорение, м/с² 200

Ударные нагрузки, м/с² 750

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 15 000

Таблица 16.47. Точностные показатели ВТ типа ВТП-1

Показатель	Норма для класса			
	2	3	5	10
Погрешность следования ТДП, угл. мин	±2	±3	±5	±10
Остаточная ЭДС, мВ	80	80	80	80

Примечание. Погрешность следования ТДП при частоте напряжения возбуждения 4000 Гц может увеличиться на 3'.

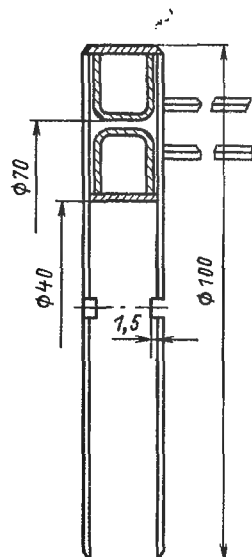


Рис. 16.5. Габаритные и установочные размеры ВТ типа ВТП-1

16.1.23. Бескорпусные двухполюсные вращающиеся трансформаторы серии СКТ

Вращающиеся трансформаторы серии СКТ представляют собой четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (10, 11); квадратурной — В3, В4 (12, 13); синусной — С1, С2 (1, 2); косинусной — К1, К2 (3, 4), в скобках даны старые обозначения обмоток. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии СКТ приведены в табл. 16.48, 16.49, показатели ВТ в системе ТДП — в табл. 16.50, 16.51, основные технические данные — в табл. 16.52, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 16.53.

Технические данные, общие для ВТ серии СКТ

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц:

СКТ-232Б	12 000
остальных типов	400

Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц:

СКТ-232Б	11 760 — 15 000
остальных типов	380 — 420

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %:

СКТ-232	10
СКТ-232Б	7
остальных типов	3

Условия эксплуатации ВТ серии СКТ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

СКТ-250 и СКТ-232Б	До 2000
остальных типов	300

ускорение, м/с²:

СКТ-232Б	300
остальных типов	100

Ударные нагрузки, м/с²:

СКТ-232Б	250
остальных типов	120

Температура окружающей среды, °С — 60 ÷ + 100

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч:

СКТ-250	2200
СКТ-232Б	500
остальных типов	3000

Т а б л и ц а 16.48. Точностные показатели ВТ серии СКТ

Показатель	Норма для класса		
	0,1	0,2	0,35
Погрешность отображения синусной зависимости, %	± 0,1	± 0,2	± 0,35
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	± 2,5	± 5,0	± 10,0
ЭДС квадратурной обмотки, мВ	150(100)*	200	300
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	5,0	7,5	10,0
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	2,5	5,0	10,0

* Для СКТ-265.

Примечание. Точностные показатели СКТ-265 классифицируются по классам точности 0,1 и 0,2; СКТ-250 — по классу точности 0,2; СКТ-232 — по всем трем указанным в таблице классам точности.

Т а б л и ц а 16.49. Точностные показатели СКТ-232Б

Показатель	Норма для класса	
	1	2
Погрешность отображения синусной зависимости, %	± 0,35	± 0,35
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	± 10	± 17
ЭДС квадратурной обмотки, мВ	150	200
Остаточная ЭДС, мВ	30	30
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	10	20
Погрешность следования ТДП, угл. мин	± 15	± 30
Остаточная ЭДС в ТДП, мВ	50	50
Крутизна, мВ/угл. мин	1,8	1,8

Таблица 16.50. Показатели системы ТДП, составленной из датчика СКТ-265Д и приемника СКТ-265П

Показатель	ВТ, входящие в ТДП			
	СКТ-265Д, СКТ-265П		СКТ-265Д8, СКТ-265П	
	Класс точности датчика и приемника			
	0,1	0,2	0,1	0,2
Погрешность сле- дования ТДП, угл. мин	± 5	± 10	± 5	± 10
Отношение оста- точной ЭДС к крутизне, угл. мин	10	15	10	15
Крутизна, мВ/ угл. мин	6,0	6,0	1,8	1,8

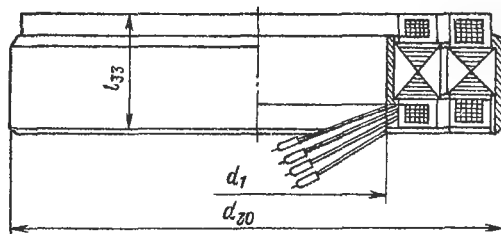
Таблица 16.51. Показатели системы ТДП, составленной из датчика СКТ-232Д и приемника СКТ-232П

Показатель	ВТ, входящие в ТДП					
	СКТ-232Д, СКТ-232П			СКТ-232Д8, СКТ-232П		
	Класс точности датчика и приемника					
	0,1	0,2	0,35	0,1	0,2	0,35
Погрешность следования ТДП, угл. мин	± 5	± 10	± 20	± 5	± 10	± 20
Отношение ос- таточной ЭДС к кру- тизне, угл. мин	7	10	15	7	10	15
Крутизна, мВ/угл. мин	2	2	2	0,8	0,8	0,8

Таблица 16.52. Технические данные ВТ серии СКТ

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		Z ₀₁ , Ом	K
		номинальное	рабочий диапазон		
СКТ-265Д	ВТДП-Д, СКВТ	36	32,4 – 37,8	800	1
СКТ-265П	СКВТ, ВТДП-П	36	32,4 – 37,8	1600	1
СКТ-265Д8	ВТДП-Д, СКВТ	36	32,4 – 37,8	800	0,22
СКТ-250	ВТДП-Д, СКВТ	36	32,4 – 37,8	1200	0,22
СКТ-232	ВТДП-Д, ВТДП-П, СКВТ	36	32,4 – 37,8	750	0,58
СКТ-232Д8	ВТДП-Д, СКВТ	36	32,4 – 37,8	750	0,22
СКТ-232Б	СКВТ, ВТДП-Д, ВТДП-П	12	11,4 – 12,6	800	0,58

Таблица 16.53. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса ВТ серии СКТ



Тип ВТ	d ₃₀	d ₁	l ₃₃	Масса, кг
СКТ-265	65	35	16	0,17
СКТ-250	50	25	16	0,1
СКТ-232	32	12	14	0,045
СКТ-232Б	32	12	8	0,025

16.1.24. Специальные вращающиеся трансформаторы типов 6ВТИ, 4ВТИ-1ТВ

Специальные вращающиеся ВТ представляют собой четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (5, 7) (у 4ВТИ-1ТВ — В1, В2); квадратурной — В3, В4 (6, 8) (у 4ВТИ-1ТВ — В3, В4); синусной — С1, С2 (1, 3) (у 4ВТИ-1ТВ — С1, С2) и косинусной — К1, К2 (2, 4) (у 4ВТИ-1ТВ — К1, К2), в скобках даны старые обозначения выводов. Указанные ВТ предназначены для работы при импульсном напряжении возбуждения. Крепление ВТ — за упорный буртик (6ВТИ) и фланцевое с упорным буртиком (4ВТИ-1ТВ). Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели 6ВТИ и 4ВТИ-1ТВ приведены в табл. 16.54, основные технические данные — в табл. 16.55, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.6.

Таблица 16.54. Точностные показатели ВТ типов 6ВТИ и 4ВТИ-1ТВ

Показатель	Норма для класса		
	0,1	0,2	0,3
Погрешность отображения синусной зависимости, %	±0,1	±0,2	±0,3
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±3,33	±6,67	±10
Остаточная ЭДС, %	0,05	0,10	0,25
Неравенство коэффициентов трансформации, %	0,1	0,2	0,3

Таблица 16.55. Технические данные ВТ типов 6ВТИ и 4ВТИ-1ТВ

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	U, В	I, А	Z ₀₁ , Ом	K	L _н , мГн
6ВТИ-1ТВ	СКВТ	50	1,3	12	1,2	6
6ВТИ-2ТВ	СКВТ	40	2,5	50	1,1	20
4ВТИ-1ТВ	СКВТ	27(20)	0,6	40	1,1	16

Примечания: 1. U — амплитуда импульса. В скобках приведено значение для частот повторения импульсов 200—1000 Гц.

2. L — индуктивность обмотки возбуждения.

Технические данные, общие для ВТ типов 6ВТИ и 4ВТИ-1ТВ

Диапазон частот повторения импульсов, Гц:

6ВТИ-2ТВ	200—2000
остальных типов	200—4000

Форма импульсов напряжения возбуждения Прямая угольная

Коэффициент заполнения периода повторения импульсами напряжения:

4ВТИ-1ТВ	0,8
остальных типов	0,7

Изменение переходного сопротивления контактов при повороте ротора, Ом 0,1

Частота вращения вала, об/мин 30

Максимальная частота реверса, Гц:

4ВТИ-1ТВ	0,6
остальных типов	1

Момент статического трения, Н·м:

4ВТИ-1ТВ	0,0025
остальных типов	0,008

Масса, кг:

6ВТИ	0,7
4ВТИ-1ТВ	0,35

Примечание. Вращающийся трансформатор 4ВТИ-1ТВ имеет ограниченный угол поворота вала, равный ±110°.

Условия эксплуатации 6ВТИ, 4ВТИ-1ТВ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

4ВТИ-1ТВ	До 3000
остальных типов	До 1000

ускорение, м/с²:

4ВТИ-1ТВ	200
остальных типов	100

Ударные нагрузки, м/с²:

4ВТИ-1ТВ	750
остальных типов	350

Температура окружающей среды, °С —60 ÷ +85

Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, % 98

Гарантийная наработка, ч:

4ВТИ-1ТВ	6000
остальных типов	3000

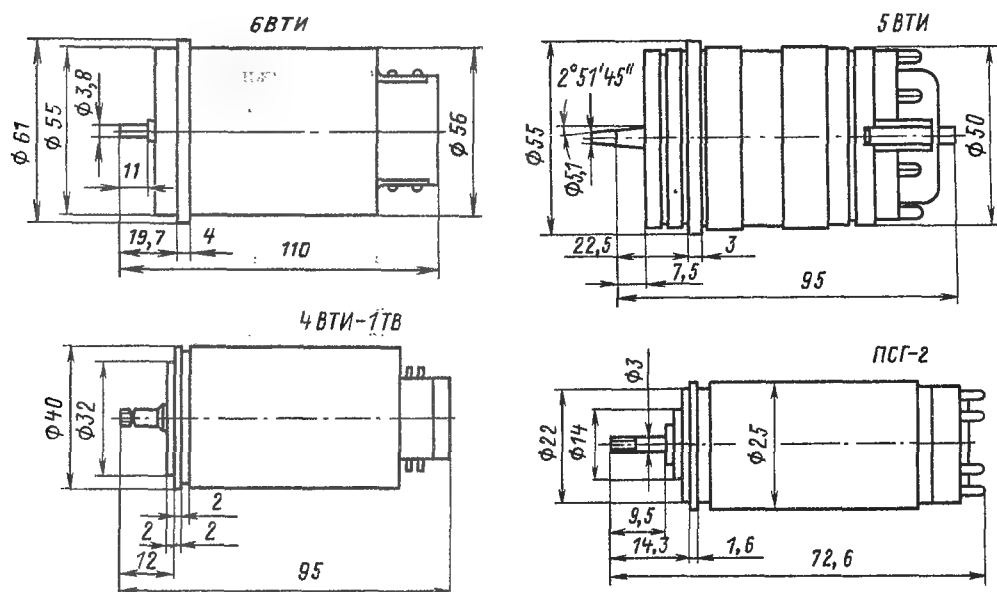


Рис. 16.6. Габаритные и установочные размеры ВТ типов 6ВТИ, 4ВТИ-1ТВ, 5ВТИ, ПСГ-2

16.1.25. Специальные вращающиеся трансформаторы типа 5ВТИ

Вращающиеся трансформаторы типа 5ВТИ представляют собой контактную двухполюсную трехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1,б. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (Р1, Р2); синусной — С1, С2; косинусной — К1, К2 (С3, С4), в скобках даны старые обозначения выводов. Назначение — СКВТ. Вращающиеся трансформаторы типа 5ВТИ работают при импульсном напряжении возбуждения. Крепление ВТ — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры 5ВТИ показаны на рис. 16.6.

Точностные показатели и технические данные ВТ типа 5ВТИ

Погрешность отображения синусной зависимости, %	± 0,3
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	± 12
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	14,5
Диапазон частот повторения импульсов, Гц	4000
Форма импульсов напряжения возбуждения	Прямоугольная

Коэффициент заполнения периода повторения импульсами напряжения	0,7
Амплитуда импульсов напряжения возбуждения, В	110
Амплитуда импульсов тока, А	5
Полное входное сопротивление холостого хода, Ом	3
Коэффициент трансформации	0,74
Индуктивность обмотки возбуждения, мкГн	1100
Индуктивность обмотки возбуждения при коротком замыкании выходных обмоток, мкГн	120
Изменение переходного сопротивления контактов при повороте ротора, Ом	0,1
Частота вращения вала, об/мин	20
Момент статического трения, Н·м	0,0075
Масса, кг	0,65

Условия эксплуатации ВТ типа 5ВТИ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 2000
ускорение, м/с ²	200
Ударные нагрузки, м/с ²	1500
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	15 000

16.1.26. Преобразователь сигналов гониометрического типа ПСГ-2

Преобразователь ПСГ-2 представляет собой двухполосную четырехобмоточную бесконтактную машину. Электрическая схема ПСГ-2 показана на рис. 16.1, ж. Обозначение выводов обмоток: первой полевой — $B1, B2$ (1, 2); второй полевой — $B3, B4$ (3, 4); первой искательной — $C1, C2$ (5, 6); второй искательной — $K1, K2$ (7, 8), в скобках даны старые обозначения выводов. Назначение ПСГ-2 — определение направления прихода радиоволн. Крепление ПСГ-2 — фланцевое с упорным буртиком.

Габаритные и установочные размеры приведены на рис. 16.6.

Точностные показатели и технические данные ПСГ-2

Угловая погрешность для классов точности, угл. мин:	
1	± 30
2	± 60
3	± 120
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, кГц . .	100—1800
Напряжение возбуждения, В . .	3
Коэффициент трансформации	4,8
Индуктивность полевых обмоток, мкГн	34
Индуктивность искательных обмоток, мкГн	75
Емкость искательных обмоток относительно корпуса, пФ . .	25
Емкость полевых обмоток относительно корпуса, пФ . . .	90
Индуктивность обмоток при температуре 85 °С, мкГн:	
полевых	38
искательных	87
Индуктивность обмоток при температуре —60 °С, мкГн:	
полевых	29
искательных	65
Частота вращения вала, об/мин	5
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	5
Масса, кг	0,13

Условия эксплуатации ПСГ-2

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 2000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	750

Температура окружающей среды, °С	—60°+85
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	5500

16.1.27. Многополюсные одноотсчетные бескорпусные вращающиеся трансформаторы типов ВТП-4, ДСПУ-128

Вращающиеся трансформаторы ВТП-4 представляют собой четырехобмоточную машину, а ДСПУ-128 — трехобмоточную. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а и б. Обозначение выводов обмоток: возбужде-

Таблица 16.56. Точностные показатели ВТ типов ВТП-4 и ДСПУ-128

Показатель	Норма для класса				
	0,15	0,2	0,3	0,5	1
Погрешность следования системы ТДП, составленной из ВТП-4, угл. мин, в диапазоне углов:					
$\pm 45^\circ$	—	—	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	± 1
$\pm 3^\circ$	—	—	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$
Погрешность следования системы ТДП, составленной из ДСПУ-128, угл. мин	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	—	—

Таблица 16.57. Технические данные ВТ типов ВТП-4 и ДСПУ-128

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		I, мА	U _{вых max} , В	m, шт.
		номинальное	рабочий диапазон			
ВТП-4Д	СКВТ, ВТДП-Д	12	0—12	130	31,2	2
ВТП-4П	СКВТ, ВТДП-П	40	0—40	50	48	—
ДСПУ-128	СКВТ, ВТДП-Д	12	0—12	190	0,025	2

Примечание. m — наибольшее количество ВТДП-приемников, которое может быть подключено к одному датчику; $U_{\text{вых max}}$ — максимальное выходное напряжение.

Таблица 16.58. Показатели при напряжении возбуждения 4000 Гц

Показатель	Тип ВТ		
	ВТП-4Д	ВТП-4П	ДСПУ-128
Погрешность следования ТДП, угл. мин, в диапазоне углов: ±45° ±3°	±1,5 ±0,33	±1,5 ±0,33	— —
Ток возбуждения, мА	14	5	190
Максимальное вторичное напряжение, В	33,6	52	0,25

Примечание. Погрешность следования ДСПУ-128 может увеличиться не более чем на 50% предельного значения класса точности, установленного при частоте 400 Гц.

Технические данные, общие для ВТ типов ВТП-4 и ДСПУ-128

Остаточная ЭДС, мВ:	
ВТП-4	25
ДСПУ-128	0,09
Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	380—4200
Изменение положения согласования при изменении температуры окружающей среды, угл. с:	
ВТП-4	40
ДСПУ-128	10
Крутизна, мВ/угл. мин:	
ВТП-4	40
ДСПУ-128	0,75
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин:	
ВТП-4	0,6
ДСПУ-128	0,12
Сдвиг фазы выходной ЭДС, угл. град:	
ВТП-4Д	14
ВТП-4П	12
ДСПУ-128	88
Тип ВТДП-приемника, с которым работает ДСПУ-128 . .	ВТ-5
Масса, кг:	
ВТП-4	0,5
ДСПУ-128	0,3

Условия эксплуатации ВТП-4 и ДСПУ-128

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	До 3000
ускорение, м/с ²	200
Ударные нагрузки, м/с ²	750

Температура окружающей среды, °С

—60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %

98

Гарантийная наработка, ч:

ДСПУ-128	10 000
остальных типов	15 000

ния — В1, В2; квадратурной — В3, В4; синусной — С1, С2; косинусной — К1, К2. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТП-4 и ДСПУ-128 приведены в табл. 16.56, основные технические данные и показатели ВТ при частоте напряжения возбуждения 4000 Гц — в табл. 16.57, 16.58, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.7.

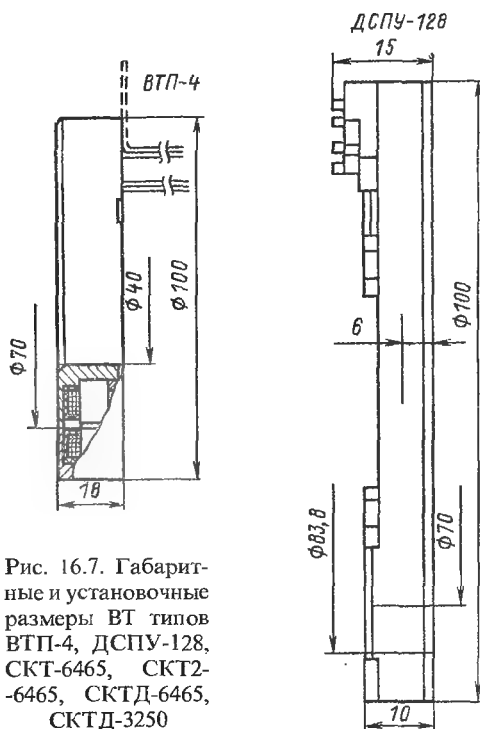
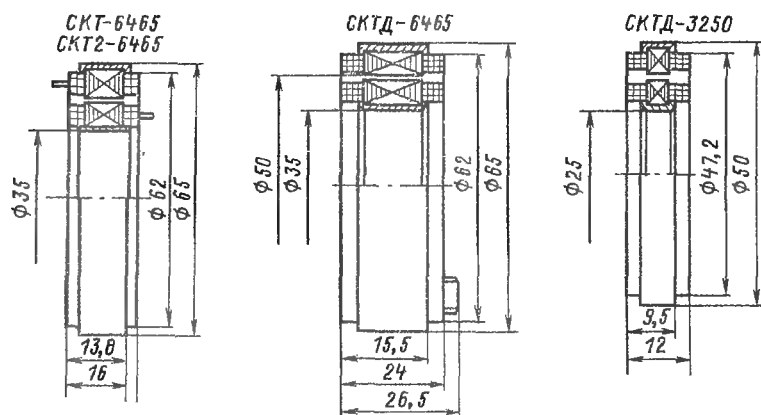


Рис. 16.7. Габаритные и установочные размеры ВТ типов ВТП-4, ДСПУ-128, СКТ-6465, СКТ2-6465, СКТД-6465, СКТД-3250



Продолжение рис. 16.7

16.1.28. Многополюсные вращающиеся трансформаторы серии СКТ

Вращающиеся трансформаторы серии СКТ представляют собой трехобмоточную или четырехобмоточную машину. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а, в. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (10, 11); квадратурной — В3, В4 (12, 13); синусной — С1, С2 (1, 2); косинусной — К1, К2 (3, 4), в скобках даны старые обозначения выводов. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ серии СКТ приведены в табл. 16.59, точностные пока-

Таблица 16.59. Точностные показатели ВТ серии СКТ

Показатель	Норма для класса		
	0,5	1	2
Погрешность следования ТДП, угл. мин	±0,5	±1,0	±2,0
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	0,6	0,6	1,2
Крутизна, мВ/угл. мин	5	5	5
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±0,25	±0,5	±1,0
Остаточная ЭДС, %	0,27	0,27	0,53

Примечание. Точностные показатели СКТ-6465 классифицируются по классам точности 1 и 2, а СКТ2-6465 — по классу точности 0,5.

затели СКТ-432 — в табл. 16.60, основные технические данные — в табл. 16.61, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.7.

Технические данные ВТ серии СКТ

Погрешность отображения синусной зависимости:

СКТ-432, %	0,2
остальных типов, угл. мин	1

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц:

СКТ-432П	1000
остальных типов	400

Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц:

СКТ-432П	950—1050
остальных типов	380—420

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %:

СКТ-432	7,5
остальных типов	20

Электрическая редукция:

СКТ-6465 и СКТ2-6465	32
СКТ-432	2

Масса, кг:

СКТ-432	0,045
остальных типов	0,18

Условия эксплуатации ВТ серии СКТ

Вибрационные нагрузки:
диапазон частот, Гц:

СКТ-432	До 2000
---------	---------

Таблица 16.60. Точностные показатели СКТ-432

Показатель	Норма для класса	
	1	2
Погрешность следования системы ТДП, угл. мин	±5	±10
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	15	15
Крутизна, мВ/угл. мин	1,5	1,5
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±1,5	±5
Остаточная ЭДС, %	0,28	0,28

остальных типов До 300
 ускорение, м/с² 100

Ударные нагрузки, м/с²:
 СКТ-432 150
 остальных типов 100

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 2200

Таблица 16.61. Технические данные ВТ серии СКТ

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		I, мА	U _{вых max} , В
		номинальное	рабочий диапазон		
СКТ-6465Д	ВТДП-Д, СКВТ	36	34—38	170	8,5
СКТ-6465П	ВТДП-П, СКВТ	36	34—38	50	6
СКТ2-6465Д	ВТДП-Д, СКВТ	36	32,4—37,8	190	8,5
СКТ2-6465П	ВТДП-П, СКВТ	36	32,4—37,8	50	6
СКТ-432Д	ВТДП-Д, СКВТ	36	32,4—37,8	75	8
СКТ-432П	ВТДП-П, СКВТ	40	36—44	50	28

16.1.29. Многополюсные двухотсчетные бескорпусные вращающиеся трансформаторы типов ВТ-100, ВТ-71

Грубый отсчет (ГО) и точный отсчет (ТО) ВТ типов ВТ-100, ВТ-71 расположены на общем магнитопроводе. Каждый из отсчетов представляет собой четырехобмоточную машину. Электрическая схема ВТ показана на рис. 16.1, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения ТО — В1, В2; квадратурной ТО — В3, В4; синусной ТО — С1, С2; косинусной

Изменение положения согласования канала ТО в режиме ТДП при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, угл. с. 12

Электрическая редукция канала, ТО:

ВТ-100 32

ВТ-71 16

Тип ВТДП-приемника, с которым работают ВТ-100 и ВТ-71 ВТ-5

(КФ3.031.055)

Технические данные, общие для ВТ типов ВТ-100 и ВТ-71

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц 400

Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц 380—4200

Расхождение нулевых положений ротора ТО и ГО, угл. мин:

ВТ-71 20

ВТ-100 15

Условия эксплуатации ВТ типов ВТ-100 и ВТ-71

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц До 2000

ускорение, м/с² 200

Ударные нагрузки, м/с² 1500

Температура окружающей среды, °С -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 10000

Таблица 16.62. Точностные показатели ВТ типов ВТ-100, ВТ-71

Показатель	Норма для класса			
	0,3	0,5	1	2
Погрешность следования канала ТО, угл. мин, для типов:				
ВТ-100	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	± 1	—
ВТ-71	—	$\pm 0,5$	± 1	± 2
Погрешность следования канала ГО, угл. мин, для типов:				
ВТ-100		± 15		
ВТ-71		± 20		

Таблица 16.63. Показатели сопряжения ВТ типов ВТ-100 и ВТ-71

Показатель	ВТ-100	ВТ-71
Крутизна в режиме ТДП, мВ/угл. мин, каналов:		
ТО	5	3
ГО	1,3	1
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин, каналов:		
ТО	0,6	0,5
ГО	25	15
Сдвиг фазы выходной ЭДС, угл. град, каналов:		
ТО	85	68
ГО	25	17

Таблица 16.64. Показатели сопряжения ВТ типов ВТ-100, ВТ-71 при частоте напряжения возбуждения 4000 Гц

Показатель	ВТ-100	ВТ-71
Ток возбуждения, МА, каналов:		
ТО	55	16
ГО	3,4	2
Максимальное выходное напряжение, В, каналов:		
ТО	3,4	2,5
ГО	3,9	3,4

Примечание. Погрешность следования канала ТО при частоте напряжения возбуждения 4000 Гц может изменяться на $\pm 15''$ по сравнению с погрешностью, измеренной при частоте 400 Гц.

Таблица 16.65. Технические данные ВТ типов ВТ-100 и ВТ-71

Обозначение (тип) ВТ	Назначение ВТ	Напряжение, В		I, мА	U _{вых макс} , В	m, шт.
		номинальное	рабочий диапазон			
ВТ-100	СКВТ (ТО)	6	0—6	115	0,75	2
	ВТДП-Д (ГО)	6	0—6	12	3,4	2
ВТ-71	СКВТ (ТО)	6	0—6	61	0,97	2
	ВТДП-Д (ГО)	6	0—6	8	3,4	2

Примечание. m — наибольшее количество ВТДП-приемников, которое может быть подключено к одному датчику.

Таблица 16.66. Габаритные и установочные размеры и масса ВТ типов ВТ-100 и ВТ-71

Тип ВТ	Внешний диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
ВТ-100	100	60	20	0,4
ВТ-71	71	32	18	0,3

ТО — K1, K2; возбуждения ГО — B5, B6; квадратурной ГО — B7, B8; синусной ГО — C3, C4 и косинусной — K3, K4. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ типов ВТ-100, ВТ-71 приведены в табл. 16.62 — 16.64, основные технические данные — в табл. 16.65, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 16.66.

16.1.30. Многополюсные вращающиеся трансформаторы типа СКТД-6465

Грубый и точный отсчеты ВТ типа СКТД-6465 расположены на общем магнитопроводе. Грубый отсчет представляет собой четырехобмоточную машину, ТО — трехобмоточную. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а, б. Обозначение выводов обмоток: возбуждения ГО — B1, B2 (10, 11); квадратурной ГО — B3, B4 (12, 13); синусной ГО — C1, C2 (1, 2); косинусной ГО — K1, K2 (3, 4); возбуждения ТО — B1, B2 (14, 15); синусной ТО — C1, C2 (5, 6); косинусной ТО — K1, K2 (7, 8): в скобках даны старые обозначения выводов. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ типа СКТД даны в табл. 16.67 и 16.68, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.7.

Таблица 16.67. Точностные показатели ВТ типа СКТД-6465

Показатель	СКТД-6465Д		СКТД-6465П	
	ТО	ГО	ТО	ГО
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±1	±5	±1	±10
Остаточная ЭДС, %	0,014	0,35	0,014	0,35
ЭДС квадратурной обмотки, мВ	—	600	—	600

Таблица 16.68. Показатели сопряжения ВТ типа СКТД-6465

Показатель	Норма для отсчета	
	ТО	ГО
Погрешность следования ТДП, угл. мин	±2	±15
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, угл. мин	2	25
Крутизна, мВ/угл. мин	1,5	5

Технические данные, общие для ВТ типа СКТД-6465

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц . . .	400
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц . . .	380—420
Напряжение возбуждения, В . .	36
Диапазон рабочих напряжений возбуждения, В	34,2—39,6
Потребляемый ток, мА:	
СКТД-6465Д	250
СКТД-6465П	60
Максимальное выходное напряжение, В:	
канал ГО СКТД-6465П . .	40
остальных каналов и типов	8
Электрическая редукция канала, ТО	32
Расхождение нулевых положений ротора канала ТО и ГО, угл. мин	15

Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40°C, %:

канал ТО	20
канал ГО	4

Изменение сдвига фазы выходной ЭДС при изменении температуры окружающей среды на каждые 40°C, угл. град:

канал ТО СКТД-6465Д . .	3,5
канал ТО СКТД-6465П . .	5,5
канал ГО СКТД-6465Д . .	3,0
канал ГО СКТД-6465П . .	3,5

Масса, кг 0,3

Условия эксплуатации ВТ типа СКТД-6465

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . .	До 300
ускорение, м/с ²	100

Ударные нагрузки, м/с² 120

Температура окружающей среды, °C —60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 40°C, % 98

Гарантийная наработка, ч 2200

16.1.31. Многополосные вращающиеся трансформаторы типа СКТД-3250

Грубый и точный отсчеты ВТ типа СКТД-3250 расположены на общем магнитопроводе. Грубый отсчет представляет собой четырехобмоточную машину, точный отсчет — трехобмоточную. Электрические схемы ВТ показаны на рис. 16.1, а и б. Обозначение выводов обмоток: возбуждения ГО — 10, 11; квадратурной ГО — 12, 13; синусной ГО — 1, 2; косинусной ГО — 3, 4; возбуждения ТО — 14, 15; синусной ТО — 5, 6; косинусной ТО — 7, 8. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели ВТ типа СКТД-3250 приведены в табл. 16.69, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.7.

Таблица 16.69. Точностные показатели ВТ типа СКТД-3250

Показатель	Норма для отсчета	
	ТО	ГО
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	±2	±15
Остаточная ЭДС, %	0,056	0,7

Технические данные, общие для ВТ типа СКТД-3250

Номинальная частота напряжения возбуждения, Гц	1500
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, Гц	1350—1650
Напряжение возбуждения, В	6
Диапазон рабочих напряжений возбуждения, В	5,4—6,6
Потребляемый ток, мА	80
Максимальное выходное напряжение, В:	
канал ТО	1,50
канал ГО	2,05
Электрическая редукция канала ТО	16
Расхождение нулевых положений ротора каналов ТО и ГО, угл. мин	60
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %:	
канал ТО	10
канал ГО	5
Масса, кг	0,07

Условия эксплуатации ВТ типа СКТД-3250

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 2000
ускорение, м/с ²	130
Ударные нагрузки, м/с ²	200
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	200

16.2. Сельсины

16.2.1. Классификация и основные показатели

Сельсины являются индукционными машинами, которые позволяют при постоянном напряжении на входе получать на выходных обмотках систему напряжений, амплитуда и фаза которых определяются угловым положением ротора. Сельсины также позволяют преобразовать такую систему напряжений в соответствующее ей угловое положение ротора или в напряжение, фаза и амплитуда которого является функцией системы входных напряжений и угла поворота ротора.

Сельсины по назначению подразделяются на сельсины-датчики (СД), сельсины-датчики дифференциальные (СДД), сельсины-приемники индикаторные (СПИ), сельсины-приемники дифференциальные индикаторные (СПДИ), сельсины-приемники трансформаторные (СПТ).

Сельсины-датчики и СПТ подразделяются на одноканальные, имеющие двухполосные обмотки синхронизации, и двухканальные, имеющие как двухполосные (грубый канал), так и многополосные (точный канал) обмотки синхронизации. Сельсины-приемники индикаторные могут быть двойными, представляющими собой объединение двух СПИ в одном корпусе.

По характеру токосъема сельсины могут быть контактными и бесконтактными.

Сельсины применяются в качестве измерителей рассогласования следящих систем. При помощи сельсинов могут быть построены системы дистанционных передач индикаторного (ИДП) и трансформаторного (ТДП) типов, вследствие чего различают индикаторный и трансформаторный режимы их работы. Схемы включения сельсинов в указанных режимах работы, а также соответствующие зависимости между их входными и выходными величинами приведены в [3, 4].

Основными показателями, характеризующими сельсин как функциональный элемент, являются их точностные показатели.

Классификация сельсинов по классам точности, действующая в настоящее время, представлена в табл. 16.70 и 16.71.

Ниже приведены параметры, характеризующие работу сельсинов.

Напряжение возбуждения. Для сельсинов установлен следующий ряд напряжения возбуждения: 127 (110), 40 (36), 27, 12, 6 В, а также двусторонний допуск, как правило, $\pm 5\%$. Номинальная частота напряжения возбуждения 50, 400, 1000 Гц. Изменение ее при эксплуатации и измерении сельсинов регламентируется в технической документации в пределах $\pm (3-5)\%$.

Максимальный синхронизирующий момент — наибольший момент, развиваемый на валу индикаторного СП при некотором (близком к 90°) угле рассогласования его с датчиком, вал которого заторможен.

Удельный синхронизирующий момент — это момент, развиваемый на валу СПИ (СПДИ) при угле рассогласования в 1° и характеризующий крутизну нарастания синхронизирующего момента.

Время успокоения ротора. Под временем успокоения ротора СПИ (СПДИ) понимают время, в течение которого ротор приемника

Таблица 16.70. Классы точности сельсинов в трансформаторных дистанционных передачах

Класс точности	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	3	5	10	20	30
Погрешность следования СД, СПТ и СДД в ТДП, угл. мин	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	± 1	± 2	± 3	± 5	± 10	± 20	± 30

Таблица 16.71. Классы точности сельсинов в индикаторных дистанционных передачах

Класс точности	30	45	60	90
Погрешность следования СД, СПИ и СПДИ в ИДП, угл. мин	± 30	± 45	± 60	± 90

Таблица 16.72. Значения максимальных напряжений синхронизации

Напряжение питания, В	127	40	27	12	6
Максимальное напряжение синхронизации, В	127, 58	40, 20	27, 12	12, 6	6, 3

занимает согласованное положение после рассогласования с датчиком на угол примерно 170° . В основном это время не превышает 3 с и лишь у некоторых типов сельсинов, не снабженных демферами, оно достигает 5 с.

Крутизна выходного напряжения — приращение выходного напряжения на обмотке управления при изменении угла рассогласования на 1° . Требования к крутизне выходного напряжения определяются чувствительностью и устанавливаются ТУ. Регламентированные номинальные значения крутизны выходного напряжения СПТ: 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,6 и 1,2 В/угл. град.

Максимальное напряжение синхронизации — это наибольшее напряжение, снимаемое с двух фаз обмотки синхронизации. Значения максимальных напряжений синхронизации в зависимости от напряжения возбуждения, регламентированные нормативно-технической документацией, приведены в табл. 16.72.

Расхождение максимальных напряжений синхронизации между разными парами фаз

одного сельсина устанавливается в пределах $\pm (0,5 - 1)$ В.

Погрешность следования СП в индикаторном режиме — отклонение положения согласования СП от углового положения, задаваемого СД. За погрешность следования СПИ и СПДИ принимается полусумма абсолютных значений максимальных положительных и отрицательного отклонений, измеренных при повороте ротора по часовой и против часовой стрелки. Погрешность следования выражается в угловых минутах.

Погрешность следования в трансформаторном режиме. Определение и оценка погрешности следования сельсинов в ТДП аналогичны определению и оценке, приведенной для ВТ.

Асимметрия нулевых положений ротора — отклонение ротора от углов, кратных 60° , когда выходная ЭДС двух фаз обмотки синхронизации равна минимальному значению ($e_{ост}$). За асимметрию нулевых положений ротора, выражаемую в угловых минутах, принимается полусумма абсолютных значений максимальных положительного и отрицательного отклонений.

Остаточная ЭДС в нулевых точках или положениях согласования (для ТДП) —

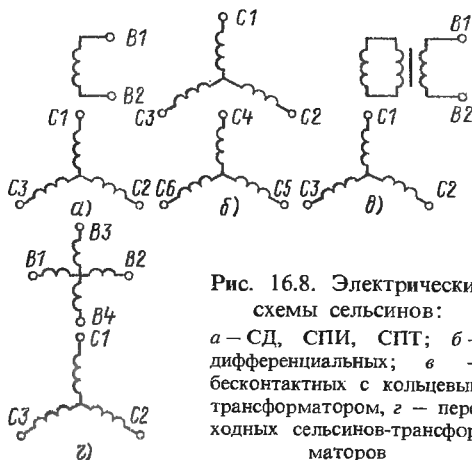


Рис. 16.8. Электрические схемы сельсинов:
 а — СД, СПИ, СПТ; б — дифференциальных; в — бесконтактных с кольцевым трансформатором, г — переходных сельсинов-трансформаторов

минимальное значение ЭДС, которое образуется во вторичных обмотках (обмотках синхронизации или обмотке управления) под действием эллиптического вращающегося магнитного поля. Для некоторых СПТ, включаемых в схему ТДП, регламентируют отношение остаточной ЭДС к крутизне выходного напряжения.

Электрические схемы сельсинов различных типов приведены на рис. 16.8.

16.2.2. Индикаторные контактные сельсины серий НД, НС

Сельсины серий НД и НС на частоту 50 Гц. Сельсины серии НД предназначены для работы как в индикаторном, так и в трансформаторном режиме, СП серии НС — только в индикаторном режиме. Электрическая схема сельсинов показана на рис. 16.8, а. Выводные концы обмоток обозначены: возбуждения — В2, В1 и синхронизации — Ф1, Ф2, Ф3. Крепление сельсинов — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные сельсинов приведены в табл. 16.73.

Допустимое число СП, подключаемых к одному СД, приведено в табл. 16.74.

Технические данные, общие для сельсинов серий НД, НС (50 Гц)

Напряжение возбуждения, В . . . 110 ± 5,5
 Частота напряжения возбуждения, Гц 50 ± 1,5

Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин, для классов:

1 ± 15
 2 ± 30
 3 ± 60

Погрешность следования ИДП, угл. мин, для классов:

1 ± 45
 2 ± 90
 3 ± 150

Время успокоения ротора сельсина-приемника, с 3

Частота вращения вала, об/мин:

НД-1414 250
 НД-1511 500
 остальных 10

Максимальная частота вращения вала, об/мин 500

Условия эксплуатации сельсинов серий НД, НС (50 Гц)

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . До 200
 ускорение, м/с² 40

Ударные нагрузки, м/с² 400

Температура окружающей среды, °С:

НД-1414 -60 ÷ +70
 НД-1511, НД-1501 -60 ÷ +85
 остальных типов -60 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, % . . . 98

Гарантийная наработка, ч:

НД-1501, НД-1404, НС-1404 . . . 3000
 НД-1511, НД-1414 5000
 остальных типов 1500

Таблица 16.73. Технические данные сельсинов серий НД, НС (50 Гц)

Параметр	НД-1521	НД-1511	НД-1501	НД-1501Б	НД-1414	НД-1414Б	НД-1404	НС-1501	НС-1404
Потребляемый ток, А	1,3	1	0,7	0,7	0,41	0,5	0,33	0,75	0,33
Максимальное напряжение синхронизации, В	57	58	57	150	54	150	49	55	49
Разность максимальных напряжений синхронизации, В	2	2	2	6	2	6	2	2	2
Удельная мощность по поперечной оси, мВ·А/угл. град ²	281	126,5	70,5	—	28,7	—	17,7	60,0	17,7
Максимальный синхронизирующий момент, Н·м	—	—	—	—	—	—	—	0,255	0,05
Удельный синхронизирующий момент, Н·м	—	—	—	—	—	—	—	0,0049	0,001
Момент статического трения, 10 ⁻⁴ Н·м	59	54	54	54	34	34	20	29	11

Таблица 16.74. Максимально допустимое количество СП, подключаемых к одному СД

Тип датчика	Тип приемника					
	НС-1501	НС-1404	БС-1501	БС-1404	НЭД-1501	НЭД-1101
НД-1521	12	24	13	30	4	4
НД-1511	8	16	10	24	3	4
НД-1501	4	8	8	20	2	3
НД-1414	—	6	—	8	—	1
НД-1404	—	3	—	5	—	1

Таблица 16.75. Технические данные сельсинов серии НД (400 и 500 Гц)

Параметр	НД-1404П	НД-1214	НД-1204
Потребляемый ток, мА	1,3(0,9)*	0,58(0,44)*	0,35(0,28)*
Максимальное напряжение синхронизации, В	100	100	100
Разность максимальных напряжений синхронизации, В	1	1	1
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	20	12	12

Сельсины серии НД на частоту 400 и 500 Гц. Сельсины этой серии предназначены для работы как в индикаторном, так и трансформаторном режиме, сельсины НД-1204 только в индикаторном режиме. Электрическая схема сельсинов показана на рис. 16.8, а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 и синхронизации — Ф1, Ф2, Ф3. Крепление сельсина — за упор-

* Для частоты напряжения возбуждения 500 Гц.

ный буртик. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные сельсинов серии НД на частоту 400 и 500 Гц приведены в табл. 16.75.

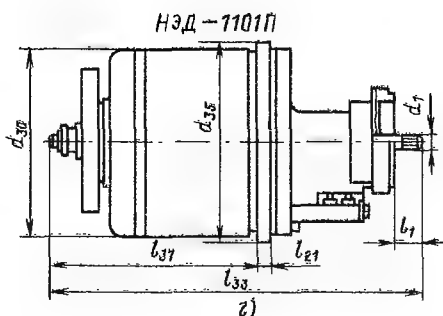
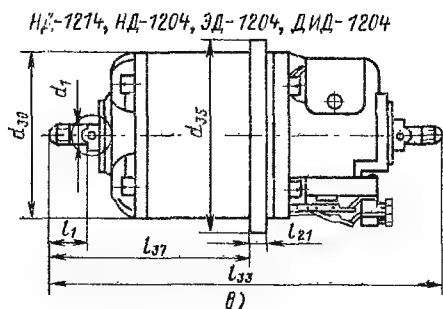
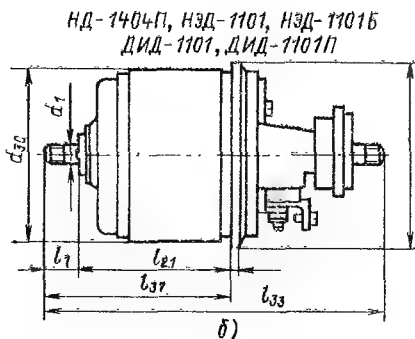
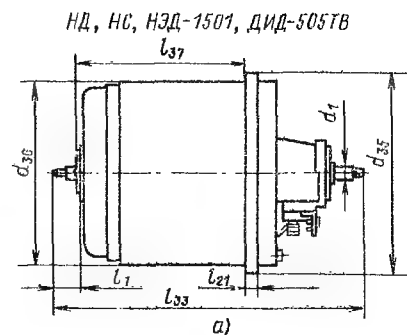


Рис. 16.9. Габаритные и установочные размеры сельсинов серий НД, НС: а — габарит 100 мм; б — габарит 62 мм; в — габарит 45 мм; г — габарит 62 мм, сельсин-приемник дифференциальный

Допустимое число СП, подключаемых к одному датчику, приведено в табл. 16.76, габаритные и установочные размеры и масса сельсинов серий НД и НС — в табл. 16.77 и на рис. 16.9.

Максимальная частота вращения вала, об/мин 500

Условия эксплуатации сельсинов серии НД (400 и 500 Гц)

Технические данные, общие для сельсинов серии НД (400 и 500 Гц)

Напряжение возбуждения, В	110
Частота напряжения возбуждения, Гц	400, 500
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин, для классов:	
1	± 15
2	± 30
3	± 60
Частота вращения вала, об/мин	10

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	− 60 ÷ + 85
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
НД-1404П	3000
остальных типов	2000

Таблица 16.76. Максимально допустимое количество сельсинов-приемников, подключаемых к одному сельсину-датчику

Тип сельсина-датчика	Режим работы	Виды и типы сельсинов-приемников					
		СПИ		СПТ	СПДИ		СДД
		БС-1404П	БС-151А	БС-155А	ЭД-1204	НЭД-1101П	ДИД-1101П
НД-1404П	Индикаторный	4	10	—	—	1	1
	Трансформаторный	—	—	8	—	—	—
НД-1214	Индикаторный	—	7	—	1	—	—
	Трансформаторный	—	—	4	—	—	1
НД-1204	Индикаторный	—	4	—	—	—	—

Таблица 16.77. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса сельсинов НД и НС

Тип сельсина	Рис. 16.9	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{33}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
НД-1521	a	100	110	5	197	13,5	102,5	7	5,2
НД-1511					167				3,7
НД-1501 НД-1501Б НС-1501	a	100	110	5	150	13,5	85,5	7	3
НД-1414 НД-1414Б	a	62	67	4	149	13	95,5	5	1,27

Продолжение табл. 16.77

Тип сельсина	Рис. 16.9	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{33}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
НД-1404	а	62	67	4	149	13	95,5	5	0,85
НС-1404							65,5		
НД-1404П	б								
НД-1214	в	45	50	3	116,5	10	69	4	0,52
НД-1204					101,5		54		0,39

16.2.3. Индикаторные дифференциальные сельсины-приемники серий НЭД, ЭД

Индикаторные сельсины предназначены для работы в индикаторном режиме. Электрическая схема сельсинов показана на рис. 16.8.6. Обозначение выводов обмоток: первой обмотки синхронизации — $C1, C2, C3$ ($P1, P2, P3$) и второй обмотки синхрони-

зации — $C4, C5, C6$ ($C1, C2, C3$), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление сельсина — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные приведены в табл. 16.78, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 16.79 и на рис. 16.9.

Таблица 16.78. Технические данные сельсинов серий НЭД, ЭД

Параметр	НЭД-1501	НЭД-1101	НЭД-1101Б	НЭД-1101П	ЭД-1204
Напряжение возбуждения, В	58	49	150	100	100
Частота напряжения возбуждения, Гц	50	50	50	400(500)	400(500)
Потребляемый ток, А	—	—	—	0,53 (0,43)*	0,43 (0,35)*
Максимальный синхронизирующий момент, 10^{-4} Н·м	2350	294	250	637	216
Удельный синхронизирующий момент, 10^{-4} Н·м/угл. град	34	6	4	10	4
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	22	9	9	12	7

* Для частоты напряжения возбуждения 500 Гц.

Таблица 16.79. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса сельсинов серий НЭД и ЭД

Тип сельсина	Рис. 16.9	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{33}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
НЭД-1501	а	100	110	5	150	13,5	85,5	7	3
НЭД-1101	б	62	76	4	119	13	65,5	5	0,85
НЭД-1101Б	б	62	67	4	119	13	65,5	5	0,85
НЭД-1101П	в	62	67	4	119	10	65,5	5	0,88
ЭД-1204	в	45	50	3	109,5	10	62	4	0,46

Технические данные, общие для сельсинов серий НЭД и ЭД

Погрешность следования индикаторной дистанционной передатчи, угл. мин, для классов:

1	± 45
2	± 90
3	± 150

Время успокоения ротора сельсина-приемника, с:

НЭД-1101Б	3
ЭД-1204	5
остальных типов	4

Частота вращения вала, об/мин 10

Максимальная частота вращения вала, об/мин:

НЭД-1101П, ЭД-1204 . . .	500
остальных типов	300

Условия эксплуатации сельсинов серий НЭД и ЭД

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:	
НЭД-1101, НЭД-1101Б	До 600
НЭД-1501	До 200
остальных типов	До 2000

ускорение, м/с ² :	
НЭД-1101, НЭД-1101Б	75
НЭД-1501	40
остальных типов	100

Ударные нагрузки, м/с² . . . 400

Температура окружающей среды, °С:

НЭД-1501, НЭД-1101 и НЭД-1101Б	-60 ÷ +50
остальных типов	-60 ÷ +85

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч:

НЭД-1101П	3000
ЭД-1204	2000
остальных типов	1500

16.2.4. Трансформаторные дифференциальные сельсины-датчики-приемники ДИД и ДФС-32-1В

Сельсины ДИД. Эти сельсины предназначены для работы только в трансформаторном режиме. Электрическая схема сельсинов показана на рис. 16.8, б. Обозначение выводов обмоток: первой обмотки синхронизации — С1, С2, С3 и второй обмотки синхронизации — С4, С5, С6 (Р1, Р2,

Р3), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление сельсина — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные приведены в табл. 16.80, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 16.81 и на рис. 16.9.

Технические данные, общие для сельсинов серии ДИД

Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин, для классов:

1	± 15
2	± 30
3	± 60

Частота вращения вала, об/мин:

ДИД-1204	250
остальных типов	10

Условия эксплуатации сельсинов серии ДИД

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:	
ДИД-505ТВ	До 200
ДИД-1101П	До 2000
остальных типов	До 600

ускорение, м/с ² :	
ДИД-505ТВ	40
ДИД-1101П	100
остальных типов	75

Ударные нагрузки, м/с² . . . 400

Температура окружающей среды, °С:

ДИД-505ТВ, ДИД-1101 . . .	-50 ÷ +50
остальных типов	-60 ÷ +85

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч:

ДИД-1101П	3000
ДИД-1204	5000
остальных типов	1500

Сельсины ДФС-32-1В. Эти сельсины предназначены для работы только в трансформаторном режиме. Электрическая схема сельсина показана на рис. 16.8, б. Обозначение выводов обмоток: первой обмотки синхронизации — 1, 2, 3, второй обмотки синхронизации — 10, 11, 12. Крепление сельсина — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Точностные показатели приведены в табл. 16.82, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.10.

К дифференциальному сельсину ДФС-32-1В допускается подключение не более трех приемников типа СБ-32-1ВП, СБ-20-1ВП или С-30ВП.

Таблица 16.80. Технические данные сельсинов серии ДИД

Параметр	ДИД-505ТВ	ДИД-1101	ДИД-1101П	ДИД-1204
Напряжение возбуждения, В	58	50	100	100
Частота напряжения возбуждения, Гц	50	50	400 (500)	400
Максимальное напряжение синхронизации, В	70	53	95	98
Разность максимальных напряжений синхронизации, В	0,5	0,5	1	1
Потребляемый ток, А	—	0,15	0,13 (0,11)*	0,15
Момент статического трения, Н·м	0,005	0,002	0,002	0,002

* См. сноску к табл. 16.78.

Таблица 16.81. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса сельсинов ДИД

Тип сельсина	Рис. 16.9	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{33}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
ДИД-505ТВ	a	100	110	5	150	14	85,5	7	2,65
ДИД-1101	b	62	67	4	119	13	65,5	5	0,85
ДИД-1101П	b	62	67	4	119	13	65,5	5	0,85
ДИД-1204	в	45	50	3	109,5	10	62	4	0,46

Технические данные сельсинов ДФС-32-1В

Таблица 16.82. Точностные показатели сельсинов ДФС-32-1В

Показатель	Норма для класса		
	1	2	3
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	± 6	± 15	± 25
Остаточная ЭДС, мВ	120	120	120
Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин	± 20	± 30	± 40
Остаточная ЭДС на выходе СПТ, мВ	50	80	120
Крутизна на выходе СПТ, В/угл. град	0,18	0,18	0,18

Напряжение возбуждения, В	36
Частота напряжения возбуждения, Гц	400
Максимальное напряжение синхронизации, В	25
Разность максимальных напряжений синхронизации, В	1
Потребляемый ток, А	0,018
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	10
Частота вращения вала, об/мин	5
Масса, кг	0,17

Условия эксплуатации сельсинов ДФС-32-1В

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 300
ускорение, m/c^2	100
Ударные нагрузки, m/c^2	120
Температура окружающей среды, °C	$-60 \div +100$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °C, %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

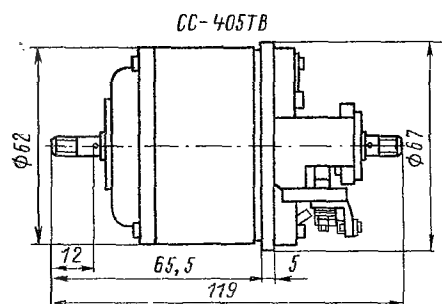
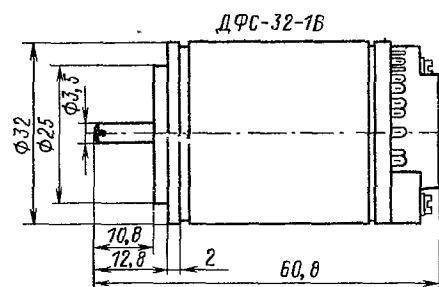


Рис. 16.10. Габаритные и установочные размеры сельсинов ДФС-32-1В, СС-405ТВ

16.2.5. Трансформаторный сельсин-датчик-приемник СС-405ТВ

Сельсин СС-405ТВ предназначен для работы в трансформаторном режиме в качестве приемника и (или) датчика. Электрическая схема сельсина показана на рис. 16.8,б. Обозначение выводов обмоток: возбуждения (выходной) — $P1$, $P2$ и синхронизации — $C1$, $C2$, $C3$. Крепление сельсина — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры сельсина СС-405ТВ показаны на рис. 16.10.

К одному датчику СС-405ТВ допускается подключать один приемник СС-405ТВ.

Технические данные сельсина СС-405ТВ

Напряжение возбуждения, В . . .	110
Частота напряжения возбуждения, Гц	50
Максимальное напряжение синхронизации, В	51
Разность максимальных напряжений синхронизации, В . . .	0,5
Потребляемый ток, А	0,13
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	12
Частота вращения вала, об/мин	60
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин, для классов:	
1	± 15
2	± 30
3	± 60

Условия эксплуатации сельсинов СС-405ТВ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 600
ускорение, m/c^2	75

Ударные нагрузки, m/c^2 . . .	350
Температура окружающей среды, $^{\circ}C$	$-40 \div +50$
Относительная влажность воздуха при температуре $40^{\circ}C$, %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	1500

16.2.6. Индикаторный двойной сельсин ДС-400

Индикаторный сельсин ДС-400 предназначен для работы только в индикаторном режиме и представляет собой сельсин, состоящий из двух одинаковых приемников в одном корпусе. Электрические схемы обоих приемников одинаковы и соответствуют рис. 16.8,а. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — $B1$, $B2$; синхронизации — $\Phi 1$, $\Phi 2$, $\Phi 3$. Крепление сельсина — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры сельсина ДС-400 показаны на рис. 16.11. К одному датчику НД-1404П допускается подключать один сельсин-приемник ДС-400.

Технические данные сельсина ДС-400

Напряжение возбуждения, В . . .	110 (127)
Частота напряжения возбуждения, Гц	400 (500)
Максимальное напряжение синхронизации, В	100
Разность максимальных напряжений синхронизации, В . . .	1
Потребляемый ток, А	0,8 (0,7)
Максимальный синхронизирующий момент, 10^{-4} Н·м . . .	280
Удельный синхронизирующий момент, 10^{-4} Н·м/угл. град	11

Момент статического трения, 10 ⁻⁴ Н·м	16
Частота вращения вала, об/мин	10
Максимальная частота вращения вала, об/мин	300
Погрешность следования инди- каторной дистанционной пере- дачи, угл. мин, для классов:	
1	± 45
2	± 90
3	± 150
Время успокоения ротора, с	3
Масса, кг	1,4

Условия эксплуатации сельсина ДС-400

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 600
ускорение, м/с ²	75
Ударные нагрузки, м/с ²	150
Температура окружающей сре- ды, °С	-55 ÷ +70
Относительная влажность воз- духа при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

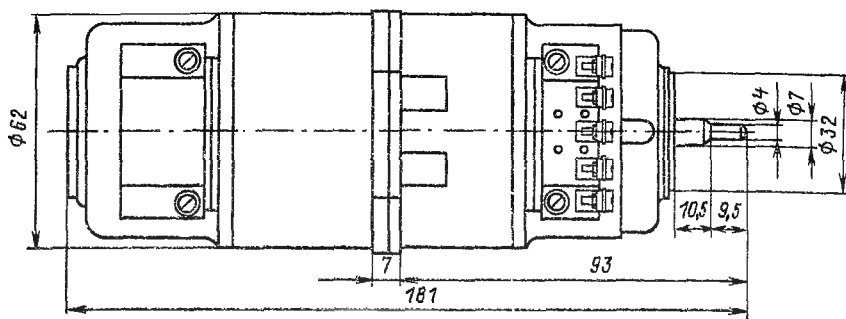


Рис. 16.11. Габаритные и установочные размеры сельсинов ДС-400

16.2.7. Индикаторные и трансформаторные бесконтактные сельсины серий БД, БС

Сельсины серий БД и БС на частоту 50 Гц. Датчики серии БД предназначены для работы как в индикаторном, так и в трансформаторном режиме, сельсины-приемники БС-1405 и БС-1405Б — только в трансформаторном режиме, остальные сельсины-приемники серии БС — только в индикаторном режиме. Электрическая схема сельсина показана на рис. 16.8.в. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — *C1*, *C2* (у сельсинов БС-1405 и БС-1405Б эта обмотка является выходной) и синхронизации — *P1*, *P2*, *P3*. Крепление сельсина — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный. Напряжение возбуждения 110 В.

Основные технические данные сельсинов серий БД и БС на частоту 50 Гц приведены в табл. 16.83—16.85, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 16.86 и на рис. 16.12.

Условия эксплуатации сельсинов серий БД и БС на частоту 50 Гц

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц:	
БД-1501, БД-1501Б, БС-1501, БС-1501Б	До 200
остальных типов	До 600
ускорение, м/с ²	
БД-1501, БД-1501Б, БС-1501, БС-1501Б	40
остальных типов	75
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей сре- ды, °С:	
БД-1501Б, БД-1404Б, БС-1501Б, БС-1404Б, БС-1405Б	-50 ÷ +50
остальных типов	-60 ÷ +85
Относительная влажность воз- духа при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
БД-1501Б, БД-1404Б, БС-1501, БС-1501Б, БС-1404Б, БС-1405Б	3000
остальных типов	5000

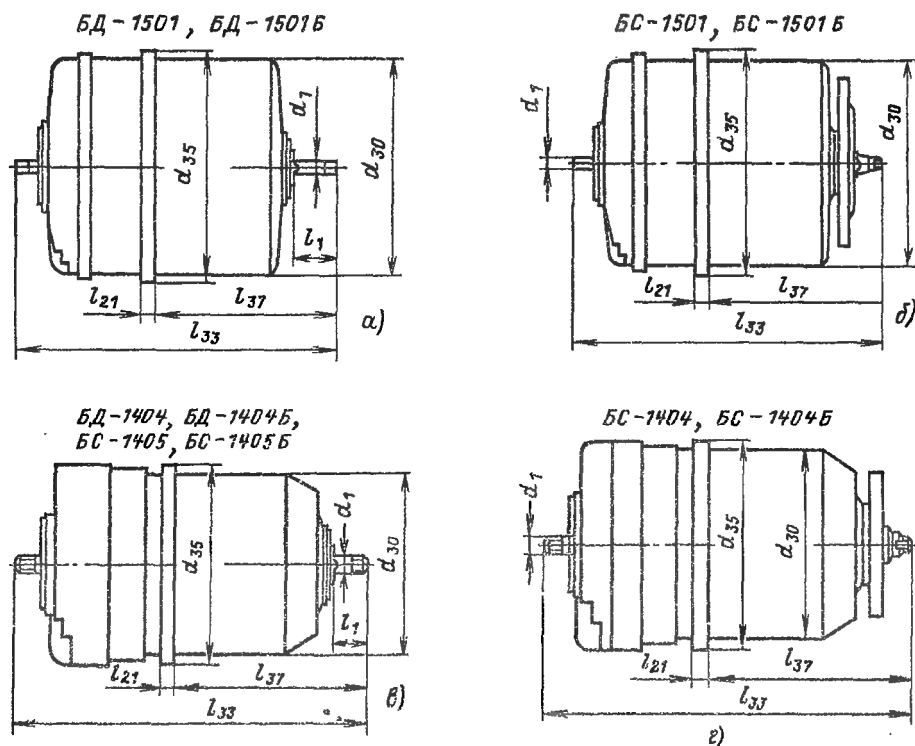


Рис. 16.12. Габаритные и установочные размеры сельсинов серий БД, БС на частоту 50 Гц: а — габарит 100 мм, сельсин-датчик; б — габарит 100 мм, сельсин-приемник; в — габарит 62 мм, сельсин-датчик; г — габарит 62 мм, сельсин-приемник

Таблица 16.83. Точностные показатели и показатели сопряжения сельсинов серий БД, БС

Показатель	Норма для класса		
	1	2	3
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин: БД-1501, БД-1501Б БС-1405 остальных типов	± 21 ± 18 ± 15	± 30 ± 30 ± 30	± 60 ± 60 ± 60
Погрешность следования индикаторной дистанционной передачи, угл. мин	± 45	± 90	± 150
Крутизна на выходе СПТ, В/угл. град	0,88		
Время успокоения ротора, с	3		

Таблица 16.84. Максимально допустимое количество приемников, подключаемых к одному датчику

Тип сельсина-датчика	Режим работы	Тип сельсина-приемника					
		БС-1501	БС-1404	БС-1405	НС-1501	НС-1404	НЭД-1101
БД-1501	Индикаторный	8	16	—	6	12	2
	Трансформаторный	—	—	2	—	—	—
БД-1404	Индикаторный	—	3	—	—	—	1
	Трансформаторный	—	—	1	—	—	—

Таблица 16.85. Технические данные сельсинов серий БС, БС на частоту 50 Гц

Параметр	БД-1501	БД-1501Б	БД-1404	БД-1404Б	БС-1501	БС-1501Б	БС-1404	БС-1404Б	БС-1405	БС-1405Б
Максимальное напряжение синхронизации, В	55	152	51	150	55	152	51	150	34	78
Разность максимальных напряжений синхронизации, В	0,5	1,5	0,5	1,5	0,8	1,5	0,5	1,5	0,5	1
Потребляемый ток, А	1,3	1,35	0,44	0,46	1,3	1,35	0,44	0,46	0,09	0,09
Удельная мощность по поперечной оси, мВ·А/угл. град ²	43	11,5	6,2	—	43	11,5	6,2	—	—	—
Максимальный синхронизирующий момент, Н·м	—	—	—	—	0,18	0,18	0,024	0,021	—	—
Удельный синхронизирующий момент, 10 ⁻⁴ Н·м/град	—	—	—	—	32	32	4	4	—	—
Момент статического трения, 10 ⁻⁴ Н·м	20	20	12	12	15	15	12	12	12	12
Частота вращения вала, об/мин	250	10	500	10	10	10	500	10	500	10
Максимальная частота вращения вала, об/мин	300	300	500	300	300	300	500	300	500	300

Таблица 16.86. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса сельсинов БД и БС на частоту 50 Гц

Тип сельсина	Рис. 16.12	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{33}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
БД-1501	<i>a</i>	100	110	5	150	9,6	85,3	7	4,00
БД-1501Б	<i>a</i>	100	110	5	150	9,6	85,3	7	4,00
БД-1404	<i>b</i>	62	67	4	119	8,6	65,6	5	1,25
БД-1404Б	<i>b</i>	62	67	4	119	8,6	65,6	5	1,20
БС-1501	<i>b</i>	100	110	5	150	9,6	85,3	7	4,25
БС-1501Б	<i>b</i>	100	110	5	150	9,6	85,3	7	4,25
БС-1404	<i>c</i>	62	67	4	119	8,6	65,6	5	1,45
БС-1404Б	<i>c</i>	62	67	4	119	8,6	65,6	5	1,45
БС-1405	<i>d</i>	62	67	4	119	8,6	65,6	5	1,25
БС-1405Б	<i>d</i>	62	67	4	119	8,6	65,6	5	1,20

Сельсины БД-500М, БС-500М, ДБС-500М на частоту 50 Гц. Сельсины этой серии предназначены для работы в индикаторном режиме. Сельсин ДБС-500М состоит из двух одинаковых приемников в одном корпусе. Электрическая схема сельсина показана на рис. 16.8, в. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 и синхронизации — Ф1, Ф2, Ф3. Крепление сельсина — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Технические данные сельсинов БД-500М, БС-500М, ДБС-500М

Напряжение возбуждения, В	127
Частота напряжения возбуждения, Гц	50
Максимальное напряжение синхронизации, В	55
Разность максимальных напряжений синхронизации, В	0,5

Потребляемый ток, А	0,48
Удельная мощность в поперечной оси датчика БД-500М, мВ·А/угл. град ²	11,5
Максимальный синхронизирующий момент приемников БС-500М, ДБС-500М, Н·м	0,08
Удельный синхронизирующий момент, 10 ⁻⁴ Н·м/угл. град	17
Максимальная частота вращения вала, об/мин	500
Погрешность следования индикаторной дистанционной передачи, угл. мин, для классов:	
1	± 45
2	± 90
3	± 150
Асимметрия нулевых положений ротора БД-500М, угл. мин, для классов:	
1	± 21
2	± 30
Время успокоения ротора, с	3

Условия эксплуатации сельсинов БД-500М, БС-500М, ДБС-500М

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 120
ускорение, м/с ²	50
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	-50 ÷ +60
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

Максимально допустимое количество приемников, подключаемых к одному датчику БД-500М, — 2 шт.

Таблица 16.87. Момент трения сельсинов БД-500М, БС-500М, ДБС-500М

Тип сельсина	Момент статического трения, 10 ⁻⁴ Н·м при	
	выключенном напряжении возбуждения	включенном напряжении возбуждения
БД-500М	12	20
БС-500М	12	16
ДБС-500М	15* (18)**	18

* Для сельсинов со сплошным валом.

** То же с полым валом.

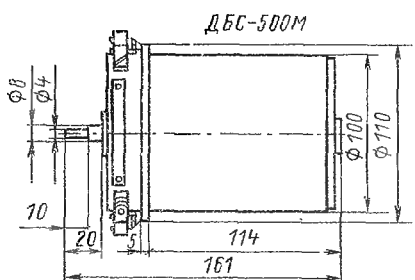
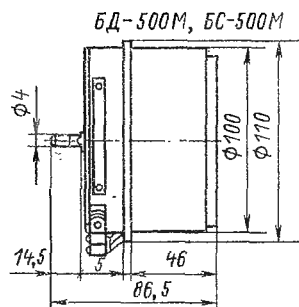


Рис. 16.13. Габаритные и установочные размеры сельсинов БД-500М, БС-500М, ДБС-500М

Значения момента трения сельсинов приведены в табл. 16.87, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.13.

Сельсины БД, БС на частоту 400 Гц. Датчики БД-160А предназначены для работы как в индикаторном, так и в трансформаторном режиме. Приемники БС-1404П и БС-151А — только в индикаторном, а БС-155А — только в трансформаторном режиме. Электрическая схема сельсинов показана на рис. 16.8, в. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2 (P1, P2) (у сельсина БС-155А эта обмотка является выходной), у сельсина БС-1404П возбуждения — С1, С2 и синхронизации — С1, С2, С3 (у сельсина БС-1404П — P1, P2, P3), в скобках даны старые обозначения выводов. Крепление сельсина — за упорный буртик. Режим работы — продолжительный.

Технические данные, общие для сельсинов серий БД, БС на частоту 400 Гц

Напряжение возбуждения, В:

БС-155А	100
остальных	110

Частота напряжения возбуждения, Гц	400 (500)	ускорение, м/с ² : БС-1404П	100
Максимальное напряжение синхронизации, В	100	остальных типов	150
Разность максимальных напряжений синхронизации, В	1	Ударные нагрузки, м/с ² : БС-1404П	400
Крутизна на выходе СПТ, В/угл. град	0,7	остальных типов	750
Максимальная частота вращения ротора, об/мин	500	Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +85
Условия эксплуатации сельсинов серий БД и БС на частоту 400 Гц		Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Вибрационные нагрузки: диапазон частот, Гц	До 2000	Гарантийная наработка, ч: БС-151А	6000
		БС-1404П	5000
		остальных типов	10 000

Таблица 16.88. Технические данные сельсинов серий БД и БС на частоту 400 Гц

Параметр	БД-160А	БС-1404П	БС-151А	БС-155А
Потребляемый ток, А	0,30 (0,26)*	0,9 (0,7)*	0,3	0,15 (0,12)*
Максимальный синхронизирующий момент, 10 ⁻⁴ Н·м	—	450	65	—
Удельный синхронизирующий момент, 10 ⁻⁴ Н·м/угл. град	—	6,5	1,4	—
Остаточная ЭДС, мВ	250	—	—	250
Время успокоения ротора, с	—	3	4	—
Момент статического трения, 10 ⁻⁴ Н·м:				
при выключенном напряжении возбуждения	3,5	7,5	1,5	3,5
при включенном напряжении возбуждения	4	—	1,5	—
Частота вращения вала, об/мин	60	10	60	60

* Для частоты напряжения возбуждения 500 Гц.

Таблица 16.89. Точностные показатели сельсинов БД-160А и БС-155А

Показатель	Норма для класса			
	А	Б	0	1
Асимметрия нулевых положений ротора БД-160А, угл. мин	±2,5	±5	±10	±15
Погрешность следования ТДП (БД-160А — БС-155А), угл. мин	±5	±10	±20	±30

Примечания: 1. Погрешность следования ИДП ±45' для класса 1, ±90' для класса 2, ±150' для класса 3.

2. Для сельсинов БС-151А класс 3 отсутствует.

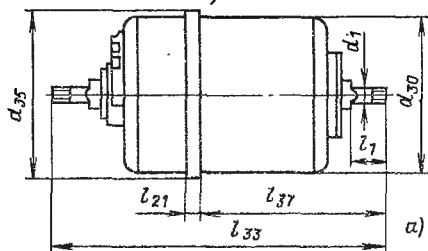
3. Изменение положения согласования ТДП при изменении напряжения возбуждения не более 2,5'.

4. Изменение положения согласования ТДП при изменении температуры окружающей среды не более 12'.

Таблица 16.90. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса сельсинов серий БД и БС на частоту 400 Гц

Тип сельсина	Рис.	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{33}	l_1	l_{37}	l_{21}	Масса, кг
БС-1404П	16.12, <i>з</i>	62	67	4	119	13,2	65,6	5	1,26
БД-160А	16.14, <i>а</i>	45	48	3	106,5	10,1	68,1	3	0,48
БС-155А	16.14, <i>а</i>	45	48	3	94	10,1	54,1	3	0,38
БС-151А	16.14, <i>б</i>	45	48	3	94	9,4	54,1	3	0,47

БД-160А, БС-155А



БС-151А

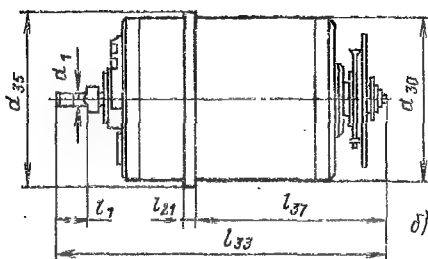


Рис. 16.14. Габаритные и установочные размеры сельсинов серий БД, БС на частоту 400 Гц:

а — сельсин-датчик индикаторный и трансформаторный, сельсин-приемник трансформаторный; *б* — сельсин-приемник индикаторный

Максимально допустимое количество приемников, которые могут быть подключены на один датчик БД-160А: БС-151А — 2 шт.; БС-155А — 1 шт.

Основные технические данные сельсинов серий БД и БС на частоту 400 Гц приведены в табл. 16.88, точностные показатели — в табл. 16.89, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 16.90 и на рис. 16.12 и 16.14.

16.2.8. Трансформаторные бесконтактные сельсины серии СБ

Сельсины этой серии предназначены для работы в трансформаторном режиме. Электрическая схема сельсинов показана на рис. 16.8, *в*. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 5, 6 (у сельсинов-приемников эта обмотка является выходной) и синхронизации — 1, 2, 3. Кроме того, точка соединения фаз обмотки синхронизации выведена на колодку выводов (клеммную) (клемма 4). Крепление сельсина — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Напряжение возбуждения 36 В, частота напряжения возбуждения 400 Гц, частота вращения вала 25 об/мин. Масса СБ-32-1В 0,16 кг, СБ-20-1В — 0,07 кг.

Максимально допустимое количество приемников, которое может быть подключено к одному датчику:

СБ-32-1ВД	Три приемника
СБ-32-1ВП	СБ-32-1ВП
СБ-20-1ВД	Три приемника
СБ-20-1ВП	СБ-20-1ВП

Основные технические данные и точностные показатели сельсинов приведены в табл. 16.91—16.94, габаритные и установочные размеры — на рис. 16.15.

Условия эксплуатации сельсинов серии СБ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц : . . .	До 300
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	−60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
СБ-20-1В	2200
остальных типов	3000

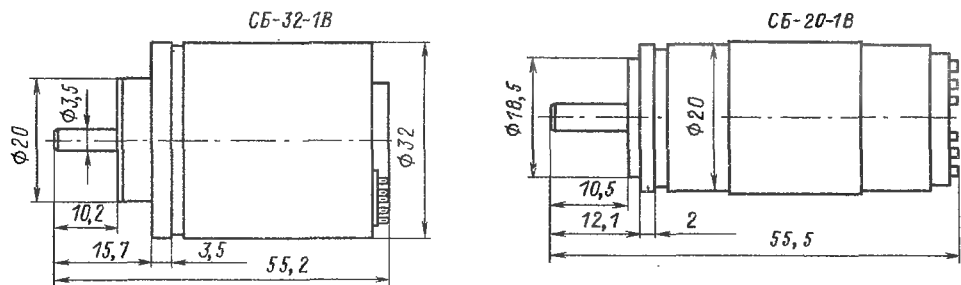


Рис. 16.15. Габаритные и установочные размеры сельсинов СБ-32-1В и СБ-20-1В

Таблица 16.91. Технические данные сельсинов серии СБ

Параметр	СБ-32-1ВД	СБ-32-1ВП	СБ-20-1ВД	СБ-20-1ВП
Потребляемый ток, А	0,145	0,02	0,09	0,012
Максимальное напряжение синхронизации, В	62	21	25	11
Разность максимальных напряжений синхронизации, В	3,5	1,5	1,5	1
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	6	6	4	4

Таблица 16.93. Показатели ТДП, составленной из датчика СБ-32-1ВД и приемника СБ-32-1ВП

Показатель	Норма для класса		
	1	2	3
Погрешность следования, угл. мин	± 10	± 20	± 30
Погрешность следования для диапазона углов $\pm 30^\circ$, угл. мин	± 6	± 12	± 20
Погрешность следования для диапазона углов $\pm 10^\circ$, угл. мин	± 4	± 8	± 12
Остаточная ЭДС на выходе СПТ, мВ	60	150	200
Крутизна, В/угл. град	0,35	0,35	0,35
Ток, потребляемый обмоткой возбуждения датчика, А	0,15	0,15	0,15

Таблица 16.94. Параметры ТДП, составленной из датчика СБ-20-1ВД и приемника СБ-20-1ВП

Показатель	Нормы для класса.		
	1	2	3
Погрешность следования, угл. мин	± 10	± 20	± 30
Погрешность следования для диапазона углов $\pm 30^\circ$, угл. мин	± 8	± 12	± 20
Погрешность следования для диапазона углов $\pm 10^\circ$, угл. мин	± 4	± 8	± 12
Остаточная ЭДС на выходе СПТ, мВ	30	50	70
Крутизна, В/угл. град	0,17	0,17	0,17
Ток, потребляемый обмоткой возбуждения датчика, А	0,1	0,1	0,1

Таблица 16.92. Точностные показатели сельсинов серии СБ

Показатель	Норма для класса		
	1	2	3
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин:			
СБ-32-1ВД	± 6	± 15	± 25
СБ-32-1ВП	± 10	± 25	± 40
СБ-20-1ВД	± 6	± 12	± 25
СБ-20-1ВП	± 8	± 16	± 40
Остаточная ЭДС, мВ:			
СБ-32-1ВД	200	300	400
СБ-32-1ВП	70	110	150
СБ-20-1ВД	80	120	160
СБ-20-1ВП	40	60	80

ФАЗОВРАЩАТЕЛИ И ДАТЧИКИ УГЛА

17.1. Фазовращатели индукционные

17.1.1. Классификация и основные показатели

Фазовращатели (ФВ) предназначены для преобразования информации об угловом положении вала в сдвиг фазы выходного напряжения.

Фазовращатель представляет собой самостоятельный вид электрической машины. Однако традиционно для указанной цели используются также ВТ, сельсины и индукто-сины.

По конструктивному исполнению ФВ аналогичны ВТ и представляют собой электрические машины неявнополюсного типа, на статоре и роторе которых обычно располагаются по две взаимноперпендикулярные обмотки. Имеется также ряд типов трехобмоточных ФВ, а также ФВ совмещенной конструкции, с грубым и точным отсчетом на одном магнитопроводе.

Бесконтактные ФВ выполняются с одним или двумя кольцевыми трансформаторами.

Имеются двухфазные ФВ с вращающимся магнитным полем и однофазные ФВ с пульсирующим магнитным полем.

Далее приводятся значения точностных показателей для конкретных типов ФВ, построенных на основе одинарного RC-контура. С целью повышения точности ФВ применяют двойные и мостовые фазосдвигающие RC-контуры, что позволяет уменьшить погрешности однофазных ФВ в 2—3 раза. Повышению точности однофазных ФВ способствует также включение между машиной и фазосдвигающим контуром развяз-

яющих усилителей. Уменьшить погрешности от неточности выполнения двухфазного источника питания удастся путем двойного преобразования, т. е. выполнения так называемого ФВ с фильтром обратной последовательности, при этом к выходным обмоткам двухфазного ФВ подключают фазосдвигающий контур. При использовании ФВ в качестве датчиков преобразователей угол — фаза — код применяют и другие схемотехнические решения, направленные на повышение точности измерения угла.

Точностные возможности ФВ оцениваются фазовой погрешностью с учетом изменения температуры окружающей среды и напряжения возбуждения.

Фазовая погрешность определяется как полусумма абсолютных значений наибольших положительной и отрицательной погрешностей, представляющих собой разность между углом изменения фазы выходной ЭДС и углом поворота ротора в пределах одного оборота.

В зависимости от фазовой погрешности ФВ имеют следующие классы точности: 0,1'; 0,2'; 0,3'; 0,5'; 1'; 2'; 3'; 5'; 10'; 20'; 30'; 60'; 120'; 300'; 600'. Классы точности 120', 300' и 600' устанавливаются только для ФВ с частотой напряжения возбуждения 400 кГц и выше.

Фазовращатели работают в широком диапазоне частот напряжения возбуждения, при этом номинальная частота питания и диапазон рабочих частот взаимосвязаны (табл. 17.1).

Номинальные коэффициенты трансформации ФВ в диапазонах рабочих частот, указанных в табл. 17.1, соответствуют ряду: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1.

Таблица 17.1. Номинальные и рабочие частоты напряжения возбуждения ФВ

$f_{\text{ном}}$, кГц	Диапазон рабочих частот, кГц	$f_{\text{ном}}$, кГц	Диапазон рабочих частот, кГц
0,05	0,04—0,1	150	100—400
0,4	0,1—0,4	800	400—1000
1	0,4—1	1350	1000—4000
2	1—4	8000	4000—10000
4	4—10	25000	10000—40000
10	10—40	80000	40000—120000
80	40—100		

17.1.2. Бесконтактные двухполюсные фазовращатели серии БИФ

Фазовращатели серии БИФ предназначены для работы как в режиме фазовращателя, так и в режиме СКВТ и трансформаторной дистанционной передачи. Фазовращатели серии БИФ представляют собой трехобмоточную машину. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2; синусной (выходной) — 3, 5 и косинусной (выходной) — 4, 6.

При построении ФВ с двухфазным питанием напряжение возбуждения подается на обмотки 3, 5 и 4, 6. При этом напряжение возбуждения должно быть не более 27 В при номинальных частотах. Выходная обмотка в этом случае будет 1, 2. Крепление ФВ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Электрическая схема однофазного ФВ показана на рис. 17.1, а, габаритные

Таблица 17.2. Параметры фазосдвигающего контура

Тип ФВ	Частота напряжения возбуждения, кГц	Сопротивление R_1 , Ом	Емкость C , пФ	Добавочное сопротивление R_2 , Ом	Полное входное сопротивление, Ом
БИФ-112	1,5	4560	22000	—	350
	1,8	4730	18000	—	420
	2,0	4120	18000	—	500
	2,4	4085	15000	20	560
	3	4030	12000	59	760
	3,5	4115	10000	91	813
	4	4375	8200	123	933
	4,5	4200	7500	155	1050
	5,0	4120	6800	188	1166
БИФ-114	4	5100	7500	45	400
	5	4450	6800	77	500
	8	3900	4700	171	800
	10	4425	3300	234	1000
	20	4590	1500	549	2000
	25	4430	1200	706	2500
БИФ-116	20	5150	1500	79	400
	30	4205	1200	138	600
	40	3700	1000	198	800
	50	3550	820	257	1000
	60	3500	680	317	1200
	70	3605	560	376	1400
	80	3720	470	436	1600
БИФ-118	40	3855	1000	75	200
	50	3735	820	100	250
	60	3725	680	125	300
	70	3860	560	150	350
	80	4405	430	176	400
	90	4285	390	201	450
	100	4550	330	226	500
	110	5060	270	252	550
	120	5765	220	277	600

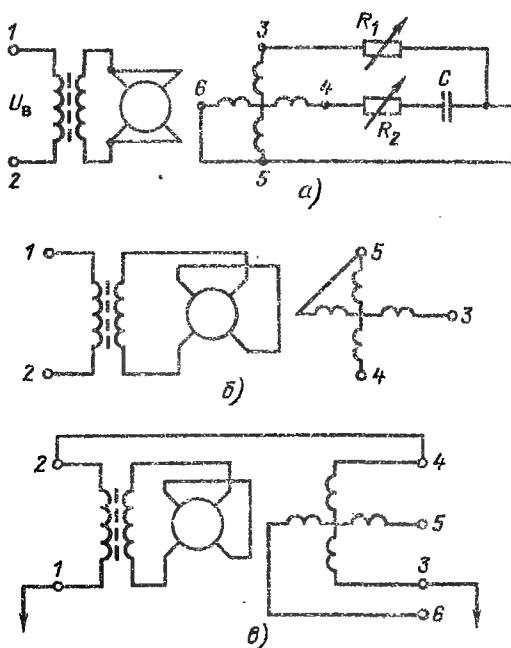
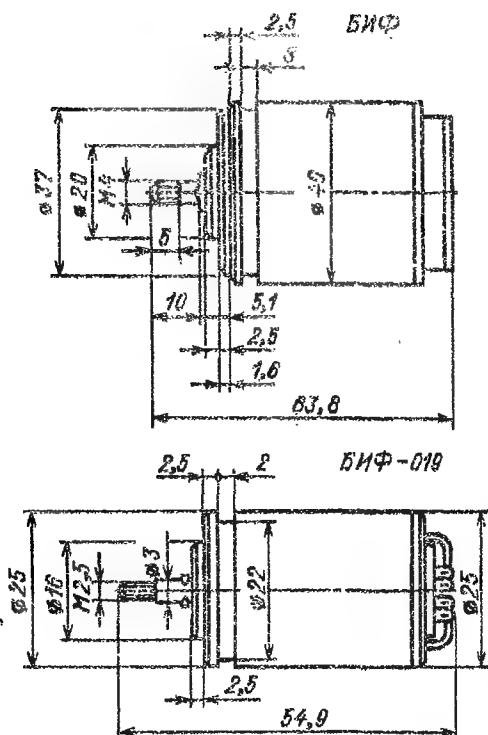


Рис. 17.1. Электрические схемы ФВ: а — однофазный серии БИФ; б — БИФ-019; в — БИФ-0,25-II в режиме вариометра



БИФ-025-II

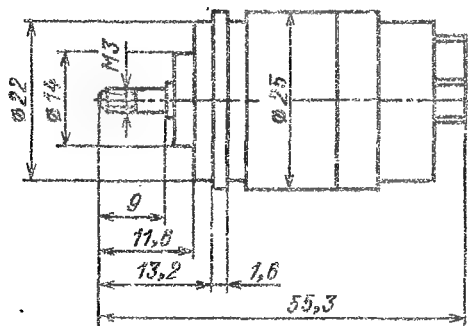


Рис. 17.2. Габаритные и установочные размеры ФВ серии БИФ, БИФ-019, БИФ-0,25-II

установочные размеры — на рис. 17.2, параметры фазосдвигающего контура и основные технические данные ФВ серии БИФ — в табл. 17.2, 17.3.

Технические данные, общие для ФВ серии БИФ

Коэффициент несинусоидальности формы напряжения возбуждения, %	2
Фазовая погрешность однофазного фазовращателя с одинарным RC-контуром, угл. мин:	
класс 1	± 15
класс 2	± 30
класс 3	± 60

Потребляемый ток при номинальной частоте напряжения возбуждения, А:

БИФ-112	0,08
остальных типов	0,1

Погрешность отображения синусной зависимости БИФ-112 на частоте 500 Гц при возбуждении напряжением 12 В, % $\pm 0,02 \div 0,1$

Погрешность следования в трансформаторной дистанционной передаче произвольно выбранных пар однотипных БИФ при номинальных частотах напряжения возбуждения, угл. мин $\pm 3 \div 25$

Момент статического трения, 10^{-4} Н·м 5

Частота вращения вала, об/мин 150

Максимально допустимая частота вращения вала, об/мин:

БИФ-112	4500
остальных типов	6000

Масса, кг 0,25

Условия эксплуатации ФВ серии БИФ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	До 2000
ускорение, м/с^2	150
Ударные нагрузки, м/с^2	1500
Температура окружающей среды, °С	$-60 \div 85$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	5000

Таблица 17.3. Технические данные ФВ серии БИФ

Показатель	Тип ФВ			
	БИФ-112	БИФ-114	БИФ-116	БИФ-118
Напряжение возбуждения, В	40	40	40	40
Диапазон рабочих напряжений возбуждения, В	1—40	1—40	1—40	1—40
Частота напряжения возбуждения, кГц	2	4	20	80
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, кГц	1,5—5	4—25	20—80	40—120
Коэффициент трансформации	0,36	0,36	0,34	0,34
Изменение фазовой погрешности при изменении температуры окружающей среды, угл. мин	30	22	15	15

17.1.3. Бесконтактные двухполюсные фазовращатели БИФ-019

Фазовращатель типа БИФ-019 представляет собой трехобмоточную машину. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2; синусной (выходной) — 3, 5 и косинусной (выходной) — 4, 5. Концы выходных обмоток соединены и выведены на общую клемму 5. Крепление ФВ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Электрическая схема однофазного ФВ типа БИФ-019 показана на рис. 17.1, б, габаритные и установочные размеры — на рис. 17.2.

Таблица 17.4. Параметры фазосдвигающего контура ФВ типа БИФ-019

Частота напряжения возбуждения, кГц	Сопротивление R_1 , Ом	Емкость C , пФ	Добавочное сопротивление R_2 , Ом	Полное входное сопротивление, Ом
80	3710	470	133	85
100	3480	390	215	107
150	2730	300	422	160
200	1930	270	628	213
250	1680	220	833	267
300	1520	180	1041	320
350	1400	150	1246	373

Технические данные ФВ типа БИФ-019

Напряжение возбуждения, В	15
Диапазон рабочих напряжений возбуждения, В	1—15
Частота напряжения возбуждения, кГц	150
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, кГц	80—350
Коэффициент трансформации	0,79
Коэффициент несинусоидальности формы напряжения возбуждения, %	2
Фазовая погрешность, угл. мин	± 30
Изменение фазовой погрешности при изменении температуры окружающей среды и при изменении напряжения возбуждения, угл. мин	15
Момент статического трения, Н·м	0,0005
Частота вращения вала, об/мин	150

Примечание. Сопротивление нагрузки должно превышать удвоенное сопротивление фазосдвигающего контура.

Условия эксплуатации ФВ типа БИФ-019

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	До 2000
ускорение, m/c^2	150
Ударные нагрузки, m/c^2	1500
Температура окружающей среды, °С	— 60 ÷ + 85
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	5000

17.1.4. Бесконтактные двухполюсные фазовращатели БИФ-025-II

Фазовращатель БИФ-025-II предназначен для работы как в режиме ФВ, так и в режиме вариометра (прибора для плавного изменения индуктивности).

Фазовращатель БИФ-025-II представляет собой трехобмоточную машину. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2; синусной (выходной) — 3, 4 и косинусной (выходной) — 5, 6.

Электрическая схема однофазного ФВ приведена на рис. 17.1, а с учетом поправки на электрическую схему этой машины. Параметры фазосдвигающего контура для частоты напряжения возбуждения 1500 кГц следующие: $R_1 = 1,5$ кОм; $C = 68$ пФ. Сопротивление фазосдвигающего контура, Ом, при работе ФВ в диапазоне рабочих частот напряжения возбуждения определяется по формуле

$$R_1 = \frac{1}{2\pi f C} - 40 \frac{f}{f_{\text{ном}}},$$

где C — емкость фазосдвигающего контура, пФ; $f_{\text{ном}}$ — номинальная частота, кГц; f — частота, на которой работает ФВ, кГц.

Электрическая схема включения БИФ-025-II в режиме вариометра представлена на рис. 17.1, в.

Крепление ФВ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный. Габаритные и установочные размеры даны на рис. 17.2.

Технические данные БИФ-025-II

Напряжение возбуждения, В	2
Диапазон рабочих напряжений возбуждения, В	0,01—5
Частота напряжения возбуждения, кГц	1500
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, кГц	400—3000

Коэффициент трансформации	0,5
Фазовая погрешность, угл. мин, для классов:	
1	± 30
2	± 60
Индуктивность обмотки возбуждения, мкГн	15
Фазовая погрешность при изменении температуры окружающей среды, угл. мин	± 60
Изменение коэффициента трансформации при изменении частоты напряжения возбуждения, %	15
Параметры БИФ-025-II в режиме вариометра:	
индуктивность, мкГн:	
максимальная	45
минимальная	10
температурный коэффициент индуктивности, $1/^\circ\text{C}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
емкость обмоток относительно корпуса, пФ	35
Момент статического трения, Н·м	0,0005
Частота вращения вала, об/мин	150
Масса, кг	0,1

Условия эксплуатации ФВ типа БИФ-025-II

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	До 2000
ускорение, м/с^2	150
Ударные нагрузки, м/с^2	1500
Температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$	$-60 \div +85$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C	98
Гарантийная наработка, ч.	10000

17.1.5. Двухотсчетные бескорпусные фазовращатели серии ИФМ

Фазовращатели этой серии представляют собой трехобмоточную машину, а ФВ типа ИФМ-2С — четырехобмоточную машину. Электрические схемы ФВ показаны на рис. 17.3. Обозначение выводов обмоток: возбуждения точного отсчета (ТО) — $C1, C2$; возбуждения грубого отсчета (ГО) — $C5, C6$; возбуждения ТО ИФМ-2С — $P1, P2$; возбуждения ГО ИФМ-2С — $P5, P6$; квадратурной ГО — $C7, C8$; квадратурной ТО ИФМ-2С — $P3, P4$; квадратурной ГО ИФМ-2С — $P7, P8$.

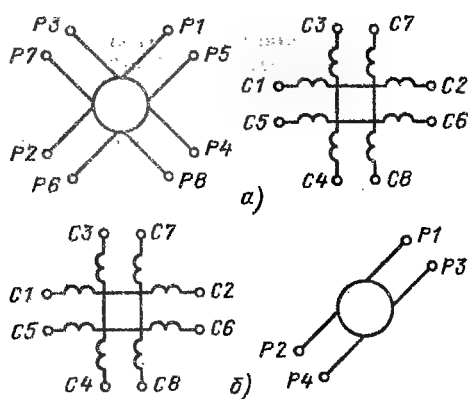


Рис. 17.3. Электрические схемы ФВ серии ИФМ:

а — типа ИФМ-2С; б — типов ИФМ-3С, ИФМ-4С

$P8$; выходной ТО — $P1, P2$; выходной ГО — $P3, P4$; первой выходной ТО ИФМ-2С — $C1, C2$; первой выходной ГО — ИФМ-2С — $C5, C6$; второй выходной ТО ИФМ-2С — $C3, C4$ и второй выходной ГО ИФМ-2С — $C7, C8$.

Грубый и точный отсчеты ФВ выполнены на общем магнитопроводе (совмещены), имеют по две входные обмотки и предназначены для работы в режиме вращающегося магнитного поля, при этом на ФВ подаются два равных ортогональных напряжения. Режим работы — продолжительный.

Значения фазовой погрешности ТО и ГО приведены в табл. 17.5.

Технические данные ФВ серии ИФМ

Напряжение возбуждения, В	8,5
Диапазон рабочих напряжений возбуждения, В	5—15
Частота, напряжения возбуждения, кГц	1,8
Диапазон рабочих частот напряжения возбуждения, кГц	1—2
Коэффициент трансформации	0,59
Потребляемый ток, мА:	
ТО	55
ГО ИФМ-2С	8
ГО остальных типов	5
Коэффициент электрической редукции ТО:	
ИФМ-2С	8
ИФМ-3С	16
ИФМ-4С	32
Сопротивление нагрузки, кОм	5,1

Изменение фазовой погрешности после воздействия внешних факторов, угл. мин:

ТО	0,5
ГО	10,0

Условия эксплуатации ФВ серии ИФМ

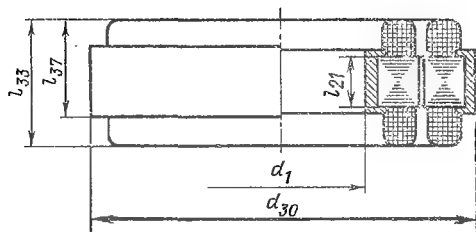
Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	До 3000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	750
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40°С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
ИФМ-2С	10 000
остальных типов	25 000

Таблица 17.5. Фазовая погрешность ТО и ГО

Тип ФВ	Класс точности	Фазовая погрешность ТО, угл. мин		Фазовая погрешность ГО, угл. мин (ТО включен)
		ГО отключен	ГО включен	
ИФМ-2С	—	±3,5	±4	±60
ИФМ-3С	1	±0,75	±1	±60
	2	±1,5	±2	±60
ИФМ-4С	1	±0,5	±0,75	±60
	2	±0,75	±1	±60

Таблица 17.6. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса ФВ серии ИФМ



Тип ФВ	d ₃₀	d ₁	l ₃₃	l ₃₀	l ₃₇	l ₂₁	Масса, кг
ИФМ-2С	70	38	26,1	22	13,4	5	0,17
ИФМ-3С	80	30	22	20,3	15	10	0,30
ИФМ-4С	105	47	32	30	25	20	0,70

Габаритные и установочные размеры и масса ФВ серии ИФМ приведены в табл. 17.6.

17.2. Датчики угла индукционные

17.2.1. Классификация и основные показатели

Датчики угла (ДУ) представляют собой информационные электрические машины, предназначенные для работы в счетно-решающих системах для получения выходного напряжения, в некотором диапазоне линейно зависящего от угла поворота ротора. Датчики угла выпускаются бесконтактные и контактные на частоту 400 и 1000 Гц в корпусном и бескорпусном исполнении.

Бесконтактные датчики угла с диапазоном линейности $\pm 40^\circ$ и $\pm 60^\circ$ имеют явнополосный статор с двумя обмотками и явнополосный безобмоточный ротор. Обмотка возбуждения и вторичная обмотка состоят из секций, сдвинутых в пространстве на одно зубцовое деление. Потокосцепление при повороте ротора в такой конструкции изменяется вследствие перераспределения магнитного потока в зубцах статора.

Заданный диапазон преобразования достигается выбором соответствующего числа полюсов ротора и числа зубцов статора. Так, в ДУ с диапазоном линейности $\pm 60^\circ$ число полюсов ротора 8, а в ДУ с диапазоном линейности $\pm 30^\circ$ число полюсов ротора 2.

Бесконтактные ДУ с диапазоном линейности $\pm 60^\circ$ имеют также неявнополосный статор. Обмотка возбуждения сосредоточенная, расположенная в двух противоположных пазах статора. В остальных пазах перпендикулярно МДС обмоток возбуждения уложены секции распределенной вторичной обмотки. Ротор датчика — безобмоточный двухполюсный. При повороте ротора от положения, соответствующего нулевому потокосцеплению, секции вторичной обмотки последовательно охватываются потоком обмотки возбуждения. Зависимость выходного напряжения от угла поворота ротора определяется соотношением витков в секциях вторичной обмотки.

Бесконтактные ДУ с диапазоном линейности $\pm 60^\circ$ представляют собой двухкаскадную электрическую машину, состоящую из кольцевого трансформатора и функционального узла. Кольцевой трансформатор слу-

Таблица 17.7. Классы точности датчиков угла

Показатель	Значение для класса точности						
	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50	1,00	1,50
Погрешность отображения линейной зависимости выходного напряжения, %	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$
Отношение остаточного напряжения к крутизне выходного напряжения, угл. мин, не более	0,5	1	2	3	5	10	10

жит для бесконтактного ввода энергии в функциональный узел.

Основными элементами функционального узла являются статор и ротор с двумя диаметральноными пазами в каждом, в которые уложены обмотка возбуждения и вторичная обмотка. Положение ротора, при котором оси обмоток взаимно перпендикулярны, соответствует нулевому потокоцеплению и нулевому сигналу на вторичной обмотке ДУ. При повороте ротора из этого положения выходные напряжения изменяются по линейному закону за счет линейного изменения потокоцепления.

Контактные индукционные ДУ с диапазоном линейности $\pm 80^\circ$ в отличие от бесконтактных имеют только функциональный узел. Энергия в функциональный узел подается или снимается с помощью контактного узла.

В устройствах и системах автоматики ДУ выполняют функции: датчиков положения рабочего органа позиционных следящих систем, датчиков и приемников дистанционных передач компенсационного типа, датчиков разомкнутых измерительных систем для измерения углового положения задающего вала.

Классы точности ДУ устанавливаются по погрешности отображения линейной зависимости выходного напряжения и по отношению остаточного напряжения к крутизне выходного напряжения (табл. 17.7).

Погрешность отображения линейной зависимости указана в процентах наибольшего значения выходного напряжения и определяется так же, как для линейных ВТ.

Отношение остаточной ЭДС к крутизне выходного напряжения определяет чувствительность ДУ к минимальному углу поворота. При этом остаточная ЭДС измеряется на выводах выходной обмотки при нулевом положении ротора.

Расшифровка обозначения большинства ДУ на примере датчика 90Д-32-1Д:

90 — диапазон линейности, угл. град; Д —

датчик (ДС — датчик синусный); 32 — внешний диаметр корпуса (статора), мм; 1 — корпусное исполнение; Д — модификация.

В обозначениях бескорпусных датчиков цифры и буквы после второго дефиса отсутствуют (например, 10Д-20Б1).

17.2.2. Датчики угла 10Д-20Б1, 15Д-32А, 15Д-32Б, 45Д-50М, 45Д-45, 45Д-20Б, 60Д-50

Указанные ДУ выполняются бескорпусными. Выводы — гибкие. На роторе и статоре имеются отметки нулевого положения. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2; выходной обмотки — 3, 4. Режим работы — продолжительный.

Технические данные ДУ приведены в табл. 17.8, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 17.9 и на рис. 17.4.

Условия эксплуатации датчиков угла

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц: 2000

10Д-20Б1, 15Д-32Б,

15Д-32А, 45Д-50М,

45Д-45, 45Д-20Б 300

60Д-50 2200

остальных 2000

ускорение, м/с^2 :

10Д-20Б, 15Д-32Б,

60Д-50 300

45Д-20Б, 15Д-32А,

45Д-45, 45Д-50М 100

Ударные нагрузки, м/с^2 :

10Д-20Б1, 15Д-32Б 290

15Д-32А, 45Д-50М, 45Д-20Б

60Д-50 80

Температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$:

10Д-20Б1, 15Д-32Б.

15Д-32А, 45Д-50М, 45Д-45,

45Д-20Б $-60 \div +100$

60Д-50 $-60 \div +125$

Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , % 98

Таблица 17.8. Технические данные датчиков угла 10Д-20Б1, 15Д-32А, 15Д-32Б, 45Д-50М, 45Д-45, 45Д-20Б, 60Д-50

Тип	U, В	f, Гц	α , град	S, мВ/мин	$e_{ост}$, мин	H, %	φ , град	R_n , кОм	ΔK_T , %	φ_α , град	$\delta\varphi$, град	t_r , ч
10Д-20Б1	4	1000	± 5	1,3	2,25	1,5	50	0,5	7	2	7	200
15Д-32А	36	400	± 6	57	0,7	1,5	15	5	5	3	3,5	2200
15Д-32Б	36	1000	± 6	83,3	0,6	1,5	10	5	2	2	4	200
45Д-50М	36	400	± 40	4,6	6,5	1	30	20	5	0,6	4	3000
45Д-45	36	400	± 40	16,7	3,6	1	7	10	2,5	—	—	2200
45Д-20Б	36	1000	± 30	6,4	3,9	1,5	17	10	2,5	2,5	3	200
60Д-50	36	400	± 60	3	7	1	7	5	3	—	—	2200
	40	1000	± 60	3	7	1	3	5	1,5	—	—	2200

Примечание. В таблице приняты обозначения: α — угол поворота ДУ; S — крутизна выходного напряжения; $e_{ост}$ — остаточная ЭДС; H — нелинейность характеристики; φ — сдвиг фаз выходного напряжения относительно напряжения возбуждения; R_n — активное сопротивление нагрузки; ΔK_T — изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды; φ_α — изменение фазы выходного напряжения от угла поворота ротора в диапазоне линейности выходной характеристики; $\delta\varphi$ — изменение сдвига фаз выходного напряжения.

Таблица 17.9. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса

Тип ДУ	Рис. 17.4	d_{30}	d_{28}	d_{13}	d_{12}	d_{14}	l_{g1}	l_{g2}	Масса, кг
10Д-20Б1	a	20	19,3	11,6	3	—	8,5	6,64	0,015
15Д-32А	b	32	—	17	5,5	—	16,5	—	0,06
15Д-32Б	b	32	—	17	5,5	—	16,5	—	0,06
45Д-50М	e	50	48,8	33,5	14	—	9,7	3,7	0,06
45Д-45	z	47	43,5	26	5,5	8	17	9,5	0,125
45Д-20Б	d	20	19	11,5	3	—	14,8	7,7	0,02
60Д-50	e	50	—	—	26	—	12	—	0,07

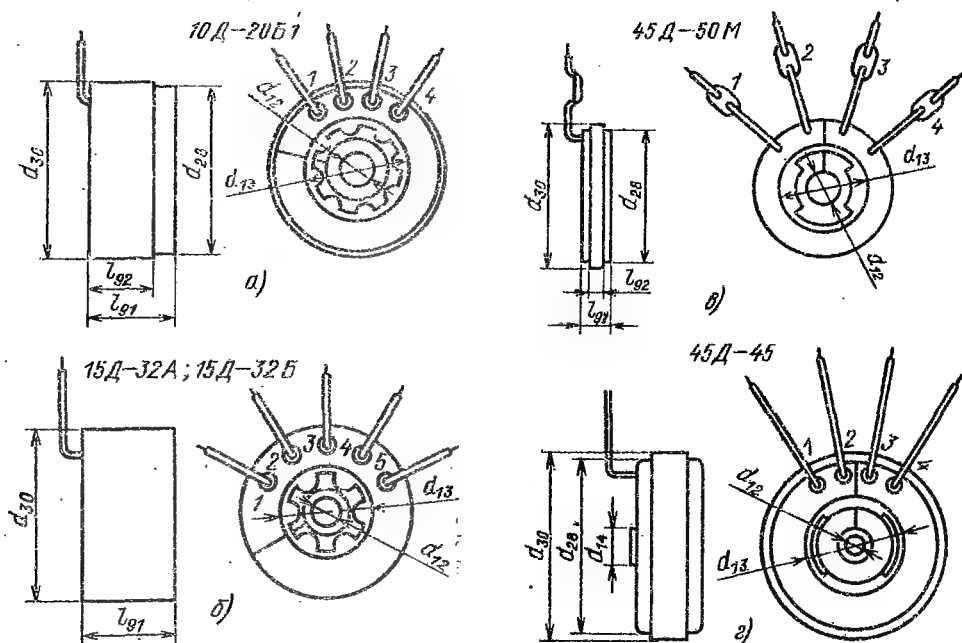


Рис. 17.4. Габаритные и установочные размеры датчиков угла:

a — 10Д-20Б1; б — 15Д-32А, 15Д-32Б; в — 45Д-50М; г — 45Д-45; д — 45Д-20Б; e — 60Д-50

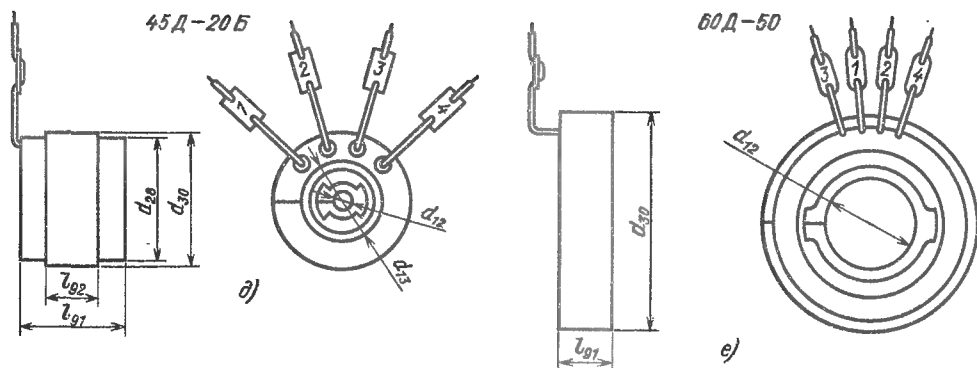


Рис. 17.4.

17.2.3. Датчики угла 45Д, 50Д

Датчики угла 45Д, 50Д — корпусные бесконтактные. Входные и выходные обмотки ДУ расположены на статоре. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2; выходной — 3, 4. Крепление ДУ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные датчиков угла 45Д и 50Д приведены в табл. 17.10, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 17.11.

Условия эксплуатации датчиков угла

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

45-20-1, 45Д-12-1,

45Д-50-1С, 45Д-32-2,

50Д-32-1, 45Д-32-3 . . . 300

45Д-50-1, 45Д-32-1Б,

45Д-32-4 2000

ускорение, м/с^2

45Д-20-1, 45Д-12-1,

45Д-50-1С, 45Д-32-2,

50Д-32-1, 45Д-32-3 . . . 100

45Д-50-1, 45Д-32-1Б,

45Д-32-4 150

Ударные нагрузки, м/с^2 . . . 120

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$:

45Д-20-1, 45Д-12-1 $-60 \div +100$

45Д-50-1, 45Д-32-1Б.

45Д-50-1С $-60 \div +150$

45-32-2 $-60 \div +160$

50Д-32-1, 45Д-32-4 $-60 \div +200$

45Д-32-3 $-60 \div +250$

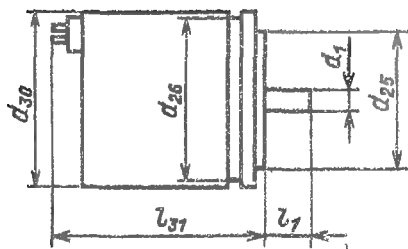
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , %

98

Таблица 17.10. Технические данные датчиков угла 45Д и 50Д

Тип ДУ	U, В	f, Гц	α , град	S, мВ/мин	$e_{\text{ост}}/S$, мин	H, %	Φ , град	$R_{\text{н}}$, кОм	ΔK_T , %	$\delta\Phi$, град	$\Phi_{\text{в}}$, град	t_r , ч
45Д-50-1	36	400	± 40	9,6	2,6	0,5; 1	7 ± 5	10	1	1,4	3	3000
45Д-50-1С	36	400	± 40	5	2	0,3; 0,7	0 ± 3	10	0,5	1	1	2200
45Д-32-1Б	36	1000	± 35	5,7	3,5	0,3	2 ± 5	10	0,4	1	2	3000
45Д-32-2	36	400	± 30	6,7	4,5	0,5	7 ± 5	5	1	2	2	1000
45Д-32-3	36	400	± 30	6,7	4,5	0,5	3 ± 5	5	0,5	1	2	1000
45Д-32-4	40	1000	± 35	6	3,3	0,3	0 ± 5	10	0,4	1	2	1200
45Д-20-1	36	400	± 30	5,8	3,5	1	30 ± 10	10	4	2	1	3000
45Д-12-1	12	400	± 30	3,3	4,5	1	11 ± 5	10	6	1	1	2200
50Д-32-1	36	400	± 40	5,1	6,9	0,5	2 ± 2	10	1,5	1	1	1000

Таблица 17.11. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса



Тип ДУ	d_{30}	d_{26}	d_{25}	d_1	l_{31}	l_1	Масса, кг
45Д-50-1	48	45	32	4,5	34,5	12,4	0,27
45Д-50-1С	50	48,5	32	4,5	43,1	12,8	0,4
45Д-32-1Б	32	30,5	25	3,5	36,5	8,4	0,13
45Д-32-2	31,8	30,5	20	3,5	30	5	0,1
45Д-32-3	32	30,5	20	3,5	30	5	0,1
45Д-32-4	31,8	30,5	25	3,5	30	8,4	0,1
45Д-20-1	22	20,5	20	3,5	32,6	8	0,065
45Д-12-1	12	11,2	10	1,8	24	6,2	0,015
50Д-32-1	32	—	25	4,5	47,5	12,4	0,17

17.2.4. Датчики угла 90Д-20-2, 90Д-12-1

Датчики угла 90Д-20-2, 90Д-12-1 — корпусные контактные. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2; выходной — 3, 4. Крепление ДУ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжитель-

Условия эксплуатации датчиков угла 90Д-20-2, 90Д-12-1

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 300

ускорение, м/с^2 . . . 100Ударные нагрузки, м/с^2 . . . 120Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$. . . $-60 \div +100$ Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , % . . . 98

Гарантийная наработка, ч . . . 2200

ный. Напряжение питания 12 В, частота напряжения питания 400 Гц.

Основные технические данные датчиков приведены в табл. 17.12, габаритные и установочные размеры — на рис. 17.5.

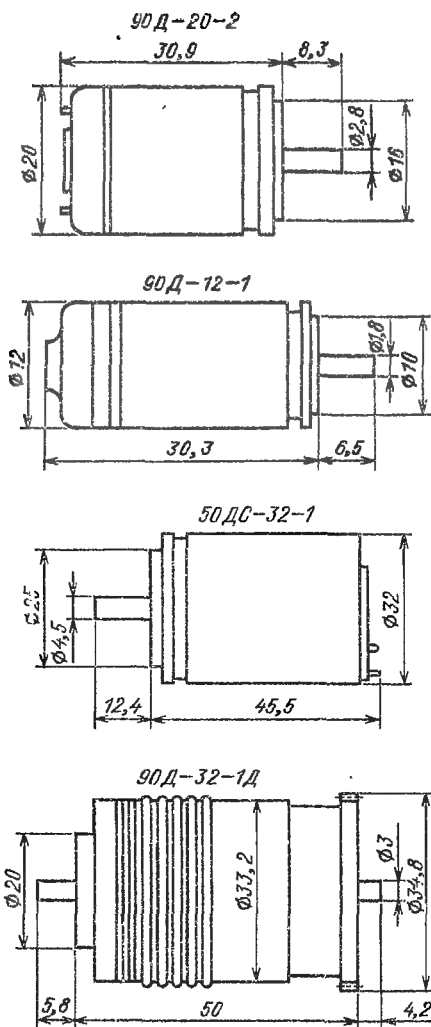


Рис. 17.5. Габаритные и установочные размеры датчиков угла 90Д-20-2, 90Д-12-1, 50ДС-32-1, 90Д-32-1Д

Таблица 17.12. Технические данные датчиков угла 90Д-20-2, 90Д-12-1

Тип ДУ	I , мА	α , град	S , мВ/мин	$e_{\text{ост}}/S$, мин	H , %	φ , град	$R_{\text{в}}$, кОм	$\Delta K_{\text{Т}}$, %	φ_{α} , град	$\delta\varphi$, град	Масса, кг
90Д-20-2	20	± 80	1,66	1,8	0,2	5 ± 3	50	0,4	—	1,5	0,05
90Д-12-1	40	± 70	1,43	14	1	7 ± 5	10	3	1	1	0,02

17.2.5. Датчик угла 50ДС-32-1

Датчик угла 50ДС-32-1 — синусный бесконтактный индукционный. Крепление ДУ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ДУ 50ДС-32-1 показаны на рис. 17.5.

Технические данные датчика угла 50ДС-32-1

Напряжение питания, В	36
Частота напряжения питания, Гц	400
Потребляемый ток, мА	55
Погрешность отображения синусной зависимости, %	0,5
Рабочий угол, град	± 50
Крутизна выходного напряжения, мВ/мин	9
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, мин	2,8
Сдвиг фазы выходного напряжения относительно входного, град	2 ± 2
Сопротивление нагрузки, кОм	5
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	0,5
Изменение фазы выходного напряжения при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, град	1
Масса, кг	0,17

Условия эксплуатации датчика угла 50ДС-32-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	300
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	$-60 \div +200$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	1000

17.2.6. Датчик угла 90Д-32-1Д

Датчик угла 90Д-32-1Д — двухфазный линейный бесконтактный индукционный. Электрическая схема ДУ показана на рис. 17.6. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2, выходных — 3—6. Концы обмоток выведены на контактные кольца I—V, расположенные по окружности корпуса. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ДУ приведены на рис. 17.5.

Технические данные датчика угла 90Д-32-1Д

Напряжение питания, В	36
Частота напряжения питания, Гц	400
Потребляемый ток, мА	100
Диапазон линейности, град	± 70
Крутизна выходного напряжения, мВ/мин	10
Нелинейность, %	2
Сдвиг фазы выходного напряжения относительно входного, град	20 ± 7
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, мин	10
Сопротивление нагрузки, кОм	20
Изменение коэффициента трансформации при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, %	4
Изменение фазы выходного напряжения от угла поворота ротора в диапазоне линейности, град	4
Изменение фазы выходного напряжения при изменении температуры окружающей среды на каждые 40 °С, град	2
Масса, кг	0,22

Условия эксплуатации датчика угла 90Д-32-1Д

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	300
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	$-60 \div +100$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	2200

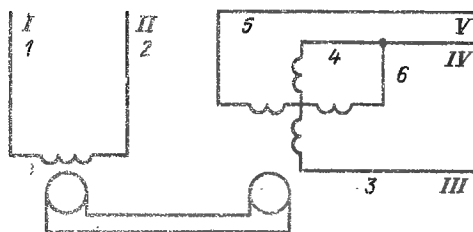


Рис. 17.6. Электрическая схема датчика угла 90Д-32-1Д

17.2.7. Датчики угла 90Д-32-3, 90Д-20-1

Датчики угла 90Д-32-3, 90Д-20-1 — бесконтактные линейные индукционные. Датчик 90Д-32-3 униполярного типа. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2, выходной — 3, 4. Крепление ДУ — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Технические данные ДУ приведены в табл. 17.13, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 17.14 и на рис. 17.7.

Условия эксплуатации датчиков угла 90Д-32-3 и 90Д-20-1

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

90Д-32-3 2000

90Д-20-1 300

ускорение, м/с²:

90Д-32-3 150

90Д-20-1 100

Ударные нагрузки, м/с²:

90Д-20-1, 90-32-3 120

Температура окружающей среды, °С:

90Д-32-3 25—250

90Д-20-1 -60 ÷ +100

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %

90Д-20-1, 90-32-3 98

Гарантийная наработка, ч:

90Д-32-3 1200

90Д-20-1 3000

Таблица 17.14. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса датчиков угла 90Д-32-3 и 90Д-20-1

Тип ДУ	Рис. 17.7	d_{30}	d_{25}	d_1	l_{30}	l_{31}	Масса, кг
90Д-32-3	a	32	28	3,5	45	36,8	0,15
90Д-20-1	b	22	20	3,5	55	46,3	0,03

Таблица 17.13. Технические данные датчиков угла 90Д-32-3 и 90Д-20-1

Тип	U, В	f, Гц	I, мА	α , град	S, мВ/мин	$e_{ост}/S$, мин	H, %	φ , град	R_H , кОм	ΔK_T , %	φ_α , град	$\delta\varphi$, град
90Д-32-3	40	1000	40	0—180	0,74	25	0,4	0 ± 6	10	1	—	—
90Д-20-1	36	400	30	± 80	3,85	7,8	0,5	10 ± 10	10	6	5	4

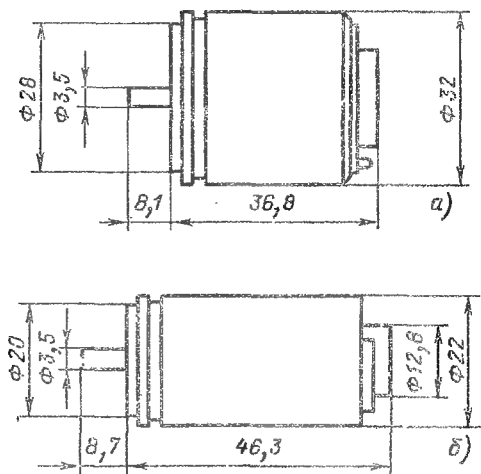


Рис. 17.7. Габаритные и установочные размеры датчиков угла 90Д-32-3(a) и 90Д-20-1(b)

17.2.8. Датчик угла ДУ-34-1

Датчик угла ДУ-34-1 — бескорпусный индукционный. Датчик имеет по две взаимно перпендикулярные обмотки на роторе и статоре. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — P1 (H1, красный), P2 (K1, желтый); квадратурной — P3 (H2, зеленый), P4 (K2, коричневый); выходной — C1 (H1, красный), C2 (K1, синий) и C3 (H2, зеленый); C4 (K2, коричневый). Крепление ДУ — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ДУ показаны на рис. 17.8.

Технические данные датчика угла ДУ-34-1

Напряжение питания, В 40
 Частота напряжения питания, Гц 1000
 Рабочий угол поворота ротора, град 360
 Потребляемый ток возбуждения холостого хода, А 0,06

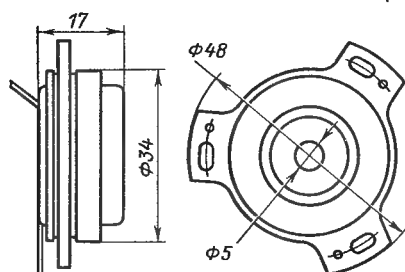


Рис. 17.8. Габаритные и установочные размеры датчика угла ДУ-34-1

Остаточное напряжение, мВ . . .	50
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	6
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	6
Крутизна выходного напряжения, мВ/угл. мин	13,5
Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин	15
Максимальное выходное напряжение холостого хода, В	46
Масса, кг	0,055

Условия эксплуатации датчика угла ДУ-34-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	2000

17.2.9. Датчик угла БДУ-34Б-1

Датчик угла БДУ-34Б-1 – бесконтактный индукционный. Обозначение выводов обмоток: возбуждения – 1, 2; выходных – 3, 4 и 5, 6. Выходные обмотки взаимно перпендикулярны. Крепление ДУ – фланцевое с упорным буртиком. Режим работы – продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ДУ даны на рис. 17.9.

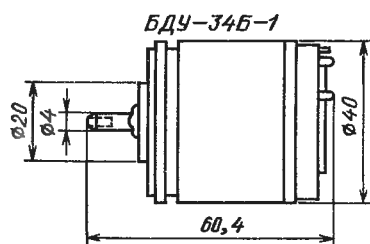
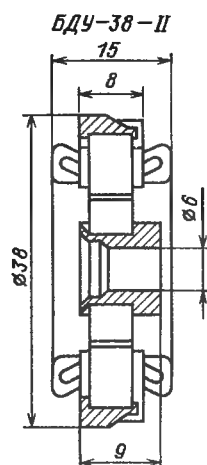


Рис. 17.9. Габаритные и установочные размеры датчиков угла БДУ-34Б-1, БДУ-38-П



Технические данные датчика угла БДУ-34Б-1

Напряжение питания, В	40
Частота напряженного питания, Гц	1000
Рабочий угол поворота ротора, град	360
Потребляемый ток возбуждения, А	0,055
Остаточное напряжение, мВ	30
Асимметрия нулевых положений ротора, угл. мин	6
Неравенство коэффициентов трансформации, угл. мин	6
Крутизна выходного напряжения, мВ/угл. мин	7
Погрешность следования трансформаторной дистанционной передачи, угл. мин	15
Максимальное выходное напряжение, В	24
Масса, кг	0,22

Условия эксплуатации датчика угла БДУ-34Б-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—1000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	350

Температура окружающей среды, °С	$-60 \div +85$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	5500

17.2.10. Датчик угла БДУ-38-II

Датчик угла БДУ-38-II — бескорпусный индукционный. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2 (красный, черный), выходной — 3, 4 (синий, белый). Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ДУ приведены на рис. 17.9.

Технические данные датчика угла БДУ-38-II

Напряжение питания, В	40
Частота напряжения питания, Гц	1000

Рабочий угол поворота ротора, град	± 5
Потребляемый ток возбуждения, А	0,17
Остаточное напряжение, мВ	100
Крутизна выходного напряжения, мВ/угл. мин	135
Сопротивление нагрузки, кОм	50
Нелинейность, %	5
Масса, кг	0,06

Условия эксплуатации датчика угла БДУ-38-II

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	$-60 \div +85$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	550

РАЗДЕЛ 18

ТАХОГЕНЕРАТОРЫ И ДВИГАТЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРЫ

18.1. Тахогенераторы постоянного тока

18.1.1. Классификация и основные показатели

Тахогенераторы (ТГ) постоянного тока (ТГП) функционально предназначены для преобразования частоты вращения вала в пропорциональное частоте выходное напряжение постоянного тока. Выходное напряжение ТГ используется для дистанционного измерения или индикации частоты вращения исполнительных механизмов и для выработки управляющих сигналов в системах автоматического регулирования. Тахогенераторы постоянного тока бывают с возбуждением от постоянных магнитов и с электромагнитным возбуждением.

Основными показателями, характеризующими функциональные свойства ТГП, являются крутизна, нелинейность, асимметрия, коэффициент пульсации и температурный коэффициент выходного напряжения.

Крутизна выходной характеристики ТГП S определяется как изменение выходного напряжения на единицу частоты вращения ротора.

Нелинейность изменения выходного напряжения H представляет собой полусумму абсолютных значений наибольшей положительной и наибольшей отрицательной погрешностей выходного напряжения в отдельных точках характеристики. При этом погрешность выходного напряжения ΔU при некоторой установленной частоте вращения в процентах вычисляется по формуле

$$\Delta U = (U_{\text{вых}} / U_{\text{ном}} - n / n_{\text{ном}}) \cdot 100,$$

где $U_{\text{вых}}$ — выходное напряжение при установленной частоте вращения n ; $U_{\text{ном}}$ — выходное напряжение при номинальной частоте вращения $n_{\text{ном}}$.

На нелинейность оказывают влияние размагничивающее действие реакции якоря и нелинейный характер изменения переходного сопротивления щеточно-коллекторного узла при изменении тока в обмотке якоря. По этим причинам нелинейность напряжения ТГП зависит от нагрузочного сопротивления — при уменьшении нагрузки нелинейность возрастает.

Падение напряжения на щеточно-коллекторном переходе вызывает отрицательное смещение выходной характеристики ТГП

Таблица 18.1. Классы точности тахогенераторов постоянного тока

Показатель	Тахогенераторы						
	высокоточные		точные		низкоточные		
	Класс точности						
	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,5
Нелинейность изменения выходного напряжения, %, не более	±0,02	±0,05	±0,1	±0,2	±0,5	—	—
Асимметрия выходного напряжения, %, не более	±0,025	±0,05	±0,125	±0,25	±0,5	±1,25	±2,5

на значения $\Delta U_{\text{ш}}$, вследствие чего появляется зона нечувствительности от 0 до $n_{\text{min}} = \Delta U_{\text{ш}}/S$, в пределах которой на выходе ТГП отсутствует напряжение. При изменении направления вращения якоря выходное напряжение ТГП меняет полярность. При этом имеет место неравенство выходных напряжений при разных по направлению и одинаковых по величине частотах вращения — асимметрия выходного напряжения.

Асимметрия выходного напряжения A_t ТГП определяется как отношение абсолютного значения разности выходных напряжений, измеренных при правом и левом направлениях вращения, к сумме этих напряжений при установленном значении частоты вращения ротора. У современных ТГП асимметрия не превышает 0,3—1 %.

Пульсация $U_{\text{вых}}$ складывается из оборотной, полусной, коллекторной и зубковой составляющих. Наиболее нежелательными являются низкочастотные пульсации — оборотные и полусные, частота которых соизмерима с полосой пропускания автоматических систем, что влияет на динамические характеристики систем.

Пиковое значение пульсации или коэффициент пульсации выходного напряжения ТГП определяется в процентах по формуле

$$K_{\text{пуль}} = (\Delta U_{\text{вых}}/2U_{\text{ср}}) 100,$$

где $\Delta U_{\text{вых}}$ — разность между наибольшим и наименьшим значениями выходного напряжения за один оборот; $U_{\text{ср}}$ — среднее значение выходного напряжения, измеренное вольтметром постоянного тока или определенное по осциллограмме.

Зубковые и коллекторные пульсации могут быть уменьшены на 30—50 % включением в цепь генераторной обмотки емкостных фильтров. При этом следует учитывать, что при емкостях от 0,01 до 0,1 мкФ увеличивается нелинейность $U_{\text{вых}}$ на 10—20 %.

Температурный коэффициент выходного напряжения ТГП характеризует максималь-

ное изменение $U_{\text{вых}}$ при изменении температуры на 1 °С в диапазоне рабочих температур. Эта погрешность относительно мала (не более 0,02—0,04 % на 1 °С) и обусловлена только изменением сопротивления обмотки якоря.

Классификация ТГП по точности проводится по значениям нелинейности и асимметрии $U_{\text{вых}}$ в соответствии с табл. 18.1.

Высокоточные ТГП рекомендуются применять в счетно-решающих устройствах и прецизионных скоростных следящих системах, точные — в цепях стабилизации скоростных систем средней точности, низкоточные — в цепях коррекции позиционных следящих систем.

18.1.2. Тахогенераторы ТГП-1, ТГП-1А

Тахогенераторы ТГП-1, ТГП-1А — коллекторные постоянного тока с зубцовым ротором. Крепление ТГП — за корпус. Режим работы — продолжительный. Масса ТГП-1, ТГП-1А 0,5 кг.

Технические данные ТГП-1 и ТГП-1А приведены в табл. 18.2, габаритные и установочные размеры — на рис. 18.1.

Условия эксплуатации ТГП-1, ТГП-1А

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 10—200

ускорение, м/с^2 . . . 60

Ударные нагрузки, м/с^2 . . . 120

Температура окружающей среды, °С:

ТГП-1 —60 ÷ +70

ТГП-1А —60 ÷ +80

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч:

ТГП-1 500

ТГП-1А 600

ТГП-1; ТГП-1А

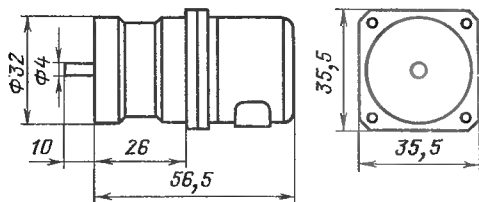


Рис. 18.1. Габаритные и установочные размеры тахогенераторов постоянного тока ТГП-1, ТГП-1А

Таблица 18.2. Технические данные тахогенераторов ТГП-1, ТГП-1А

Тип ТГП	$n_{\text{ном}}$, об/мин	S , мВ/ (об/мин)	H , %	A_T , %	R_H , кОм	$\delta U/T$, %/°C	$M_{\text{тр}}$, 10^{-4} Н·м
ТГП-1	7000	5—6	0,8	1	3	0,1	20
ТГП-1А	3000	4	2	1	1,2	0,12	20

18.1.3. Тахогенераторы ТГП-3 (А, Б, Д), ТГП-5

Тахогенераторы ТГП-3 (А, Б, Д), ТГП-5 — коллекторные постоянного тока с зубцовым ротором. Крепление ТГП-3 —

за корпус, ТГП-5 — за корпус и фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный. У ТГП-3, ТГП-3А и ТГП-5 часть корпуса, на которой размещены выходные клеммы, выполнена из пластмассы.

Основные технические данные тахогенераторов ТГП-3 и ТГП-5 приведены в табл. 18.3, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.4 и на рис. 18.2.

Условия эксплуатации ТГП-3 и ТГП-5

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ТГП-3 (А, Б)	10—200
ТГП-3Д	200—2000
ТГП-5	1—1000

ускорение, м/с^2 :

ТГП-3	50
ТГП-3А (Б)	60
ТГП-3Д	200
ТГП-5	100

Ударные нагрузки, м/с^2 :

ТГП-3 (А, Д)	120
ТГП-3Б	50
ТГП-5	350

Температура окружающей среды,

°C: ТГП-3	$-60 \div +120$
ТГП-3А	$-60 \div +90$
ТГП-3Б(Д), ТГП-5	$-60 \div +85$

Относительная влажность воздуха при температуре 40°C, % 98

Таблица 18.3. Технические данные тахогенераторов ТГП-3 и ТГП-5

Тип ТГП	$n_{\text{ном}}$, об/мин	S , мВ/ (об/мин)	H , %	A_T , %	$K_{\text{пуль}}$, %	R_H , кОм	$\delta U/T$, %/°C	$M_{\text{тр}}$, 10^{-4} Н·м	t_T , ч
ТГП-3	9000	4	0,5	1	10	10	0,04	15	500
ТГП-3А	3000	4	5	0,5	10	3	0,04	15	130
ТГП-3Б	3500	4	0,5	1	10	10	0,04	20	550
ТГП-3Д	3000	4	0,5	1	10	10	0,04	40	120
ТГП-5	6000	4	0,2	0,5	5	10	0,04	15	1000

Таблица 18.4. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса ТГП-3 и ТГП-5

Тип ТГП	Рис. 18.2	d_{30}	d_{35}	d_{25}	d_1	h_{30}	l_{31}	l_{32}	l_1	Масса, кг
ТГП-3	a	25	27	10	2,5	36	40	11	6,0	0,07
ТГП-3А	b	25	27	10	2,5	31	42	11,5	5,85	0,07
ТГП-3Б	a	25	27	10	2,5	36	40	11	4,0	0,06
ТГП-3Д	в	25	28	18	3,8	32	41,5	11	5,8	0,09
ТГП-5	з	25	28	16	2,8	37	48,4	4	10	0,09

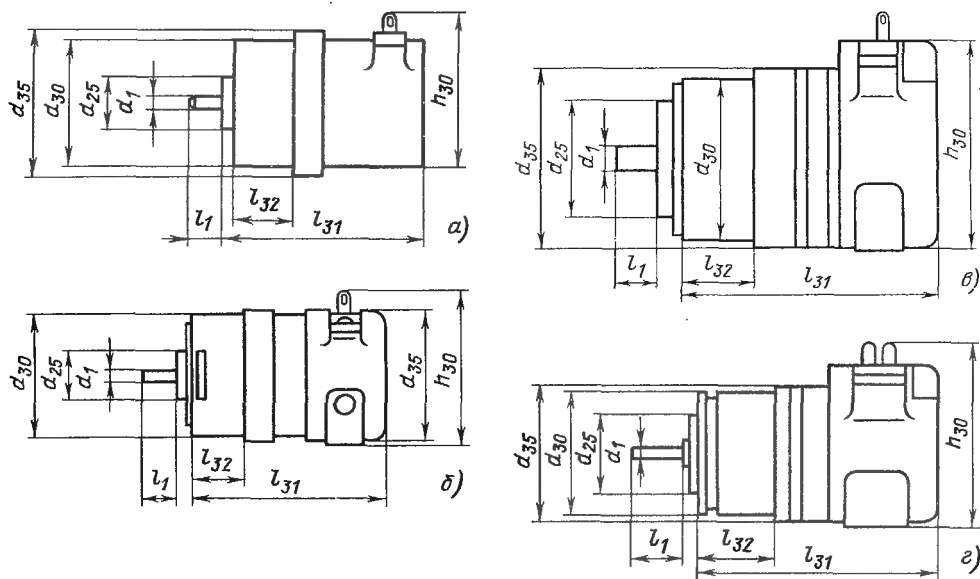


Рис. 18.2. Габаритные и установочные размеры тахогенераторов постоянного тока:

а — ТГП-3, ТГП-3Б; б — ТГП-3А; в — ТГП-3Д; г — ТГП-5

18.1.4. Тахогенератор 2,5ТГП-4

Тахогенератор 2,5ТГП-4 — коллекторный постоянного тока с зубцовым ротором. Крепление ТГП — фланцевое с упорным буртиком и за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры приведены на рис. 18.3, а.

Технические данные тахогенератора 2,5ТГП-4

Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Крутизна выходного напряжения, мВ/об·мин ¹	4
Нелинейность, %	1

Асимметрия, %	0,5
Коэффициент пульсации, %	7
Сопротивление нагрузки, кОм	6
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°С	0,02
Момент инерции ротора, 10 ⁻⁷ кг·м ²	5,9
Момент трения статический, Н·м	20

Условия эксплуатации тахогенератора 2,5ТГП-4

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	400

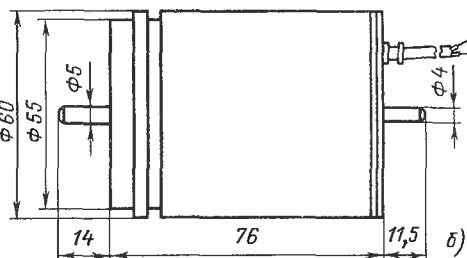
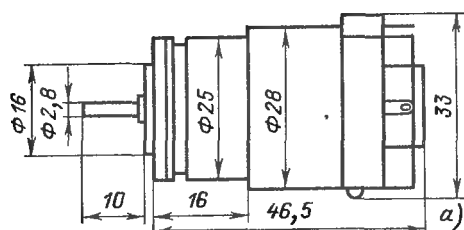


Рис. 18.3. Габаритные и установочные размеры тахогенератора постоянного тока 2,5ТГП-4 (а) и ТГП-60 (б)

Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +85
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	200

18.1.5. Тахогенератор ТГП-60

Тахогенератор ТГП-60 — коллекторный постоянного тока с зубцовым ротором. Крепление ТГП — фланцевое с упорным буртиком и за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ТГП приведены на рис. 18.3, б.

Технические данные тахогенератора ТГП-60

Номинальная частота вращения, об/мин	1500
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	60
Нелинейность, %	0,1
Асимметрия, %	0,2
Коэффициент пульсации, %	2,5
Сопротивление нагрузки, кОм	6
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°С	0,01
Момент инерции ротора, 10 ⁻⁵ кг·м ²	8
Момент трения статический, Н·м	10 ⁻²

Условия эксплуатации ТГП-60

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—3000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	-60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	500

18.1.6. Тахогенераторы 1,6ТГП-2, 2,5ТГП-6, 2,5ТГП-10, ТП20-6-0,5, ТП32-25-0,1, ТП32-16-2,5, ТП50-100-1

Коллекторные тахогенераторы постоянного тока 2,5ТГП-6, ТП32-25-0,1 и ТП32-16-2,5 выполняются с полым ротором, остальные — с зубцовым. Крепление ТП50-100-1 — торцевое и за корпус, остальных — фланцевое с упорным буртиком и за корпус. Режим работы — продолжительный. Тахогенератор ТП50-100-1 выполнен с углеграфитовым коллектором.

Технические данные тахогенераторов приведены в табл. 18.5, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.6 и на рис. 18.4.

Условия эксплуатации тахогенераторов постоянного тока

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

1,6ТГП-2; 2,5ТГП-6	1—3000
ТП20-6-0,5; ТП32-25-0,1; ТП32-16-2,5	1—2000
ТП50-100-1	1—600

ускорение, м/с²:

1,6ТГП-2; 2,5ТГП-6	150
ТП20-6-0,5; ТП32-25-0,1; ТП32-16-2,5; ТП50-100-1	100

Ударные нагрузки, м/с²:

2,5ТГП-10	160
остальных (кроме 2,5ТГП-10) типов	400

Температура окружающей среды, °С:

1,6ТГП-2; ТП50-100-1	-60 ÷ +85
2,5ТГП-6; ТП20-6-0,5; ТП32-25-0,1; ТП32-16-2,5	-60 ÷ +70
2,5ТГП-10	-30 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %

98

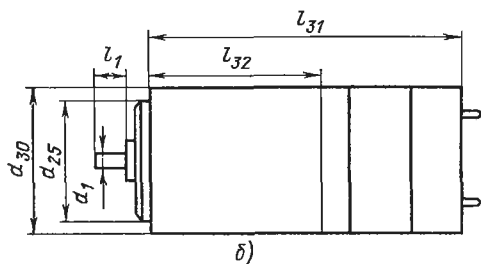
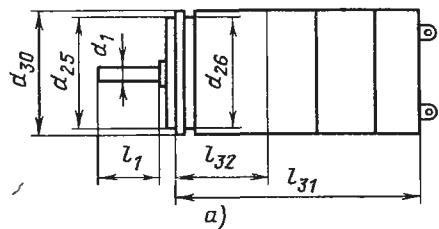


Рис. 18.4. Габаритные и установочные размеры тахогенераторов постоянного тока 1,6ТГП-2, 2,5ТГП-6, 2,5ТГП-10, ТП20-6-0,5, ТП32-25-0,1, ТП32-16-2,5 (а) и ТП50-100-1 (б)

Таблица 18.5. Технические данные тахогенераторов 1,6ТГП-2, 2,5ТГП-6, 2,5ТГП-10, ТП20-6-0,5, ТП32-25-0,1, ТП32-16-2,5 и ТП50-100-1

Тип ТГП	$n_{\text{ном}}$, об/мин	S , мВ/ (об/мин)	H , %	A_T , %	$K_{\text{пуль}}$, %	R_H , кОм	$\delta U/T$, %/°C	$J_p \cdot 10^{-7}$, кг·м ²	$M_{\text{тр}}$, 10^{-4} Н·м	τ_p , мс	t_T , ч
1,6ТГП-2	3000	2	0,5	1	7	10	0,04	0,49	5	0,05	300
2,5ТГП-6	6000	6	0,1	0,3	3	10	0,02	6,9	8	0,04	1000
2,5ТГП-10	3000	10	0,5	1	10	6	0,04	8	20	—	1000
ТП20-6-0,5	3000	6	1	2	5	10	0,04	0,23	24,5	0,025	2000
ТП32-25-0,1	3000	25	0,1	0,25	5	25	0,02	29,5	49	0,01	2000
ТП32-16-2,5	3000	16	—	5	5	2	—	29,5	49	0,01	2000
ТП50-100-1	1500	100	—	2,5	2,5	10	0,1	360	270	25	10 000

Таблица 18.6. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса тахогенераторов постоянного тока 1,6ТГП-2, 2,5ТГП-6, 2,5ТГП-10, ТП20-6-0,5, ТП32-25-0,1, ТП32-16-2,5, ТП50-100-1

Тип ТГП	Рис. 18.4	d_{30}	d_{26}	d_{25}	d_1	l_{31}	l_{32}	l_1	Масса, кг
1,6ТГП-2	<i>a</i>	16	15	14	2,8	40,4	10	10	0,025
2,5ТГП-6	<i>a</i>	25	23	16	2,8	54,5	20	10	0,1
2,5ТГП-10	<i>a</i>	25	23	16	2,5	56	20	10	0,12
ТП20-6-0,5	<i>a</i>	20	18,5	18	2,8	39,7	13	10	0,06
ТП32-25-0,1	<i>a</i>	32	30	25	4	65,6	30	12	0,22
ТП32-16-2,5	<i>a</i>	32	30	25	4	65,6	30	12	0,22
ТП50-100-1	<i>b</i>	50	—	40	5	105	56	14	0,9

18.1.7. Тахогенератор ТГ-2М2

Тахогенератор ТГ-2М2 — бесконтактный постоянного тока с ограниченным углом поворота ротора. Выходная обмотка расположена на статоре, ротор — постоянный магнит. Крепление ТГП — за корпус. Тахогенератор работает в режиме колебательного вращения ротора. Рабочий угол поворота $\pm 50^\circ$.

Габаритные и установочные размеры ТГ-2М2 приведены на рис. 18.5.

Условия эксплуатации тахогенератора ТГ-2М2

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 15—120

ускорение, м/с² 40

Ударные нагрузки, м/с² 350

Температура окружающей среды, °C $-40 \div +75$

Относительная влажность воздуха при температуре 40°C, % 98

Гарантийная наработка, ч 2000

Технические данные тахогенератора ТГ-2М2

Номинальная частота вращения,
об/мин 2

Крутизна выходного напряжения,
мВ/(об/мин) 300

Нелинейность, % 12

Момент статического трения,
 10^{-2} Н·м 5

Масса, кг 1

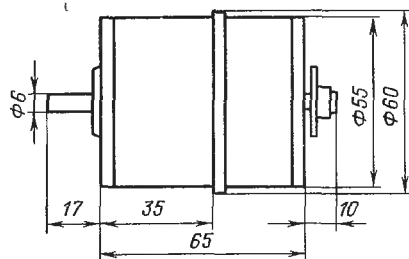


Рис. 18.5. Габаритные и установочные размеры тахогенераторов постоянного тока ТГ-2М2

18.1.8. Тахогенераторы ТД

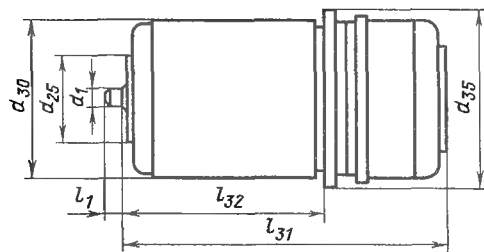
Тахогенераторы ТД — коллекторные постоянного тока с электромагнитным независимым возбуждением. Обозначение выводов обмоток — генераторной Я1, Я2; возбуждения — М1, М2. Рабочее положение ТД-101 (102, 102В, 102ОС, 103) — горизонтальное. Выходной конец вала — со шпоночной канавкой. Напряжение возбуждения 110 В; номинальная частота вращения 1500 об/мин. Крепление ТГП — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные тахогенераторов ТД приведены в табл. 18.7, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.8.

Таблица 18.7. Технические данные тахогенераторов ТД

Тип ТГП	S, мВ/ (об/мин)	H, %	A ₁ , %	R _н , кОм	δU/T, %/°C
ТД-101	23	—	2,5	0,14	0,42
ТД-102	50	1,5	2,5	0,45	0,42
ТД-102В	50	1,5	2,5	0,45	0,42
ТД-103	100	—	2,5	1,2	0,83
ТД-102-ОС	50	1,5	2	22	—
ТД-104	50	—	2,5	5	—

Таблица 18.8. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса тахогенераторов ТД



Тип	d ₃₀	d ₃₅	d ₂₅	d ₁	l ₃₁	l ₃₂	l ₁	Масса, кг
ТД-101 (102, 102В, 103)					97,7	61,8	6,8	0,7
ТД-102-ОС	50	55	28	4	96,1			
ТД-104					101,7	66,3	7,5	

Условия эксплуатации тахогенераторов ТД

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ТД-101(102, 102В, 103) . . . 10

ТД-104 . . . 10—120

ТД-102-ОС . . . 5—200

ускорение, м/с² . . . 40Ударные нагрузки, м/с²:

ТД-101(102, 102В, 103) . . . 70

ТД-104 . . . 200

ТД-102-ОС . . . 350

Температура окружающей среды, °C:

ТД-101(102, 102В, 103) . . . -40 ÷ +50

ТД-104 . . . -40 ÷ +80

ТД-102-ОС . . . -60 ÷ +70

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °C, %

. . . 98

Гарантийная наработка, ч:

ТД-101(102, 103, 104) . . . 1500

ТД-102В . . . 1200

ТД-102-ОС . . . 2000

18.1.9. Тахогенераторы ТГ-1, ТГ-2, ТГ-2С

Тахогенераторы ТГ-1, ТГ-2, ТГ-2С — коллекторные постоянного тока с независимым электромагнитным возбуждением. Ток возбуждения 0,3 А. Обозначение выводов обмоток: генераторной — Я1, Я2, возбуждения — М1, М2. Выходные концы валов могут иметь шпоночную канавку. Рабочее положение ТГП — горизонтальное. Крепление ТГП — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Условия эксплуатации тахогенераторов ТГ-1, ТГ-2, ТГ-2С

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ТГ-1 и ТГ-2 . . . 10

ТГ-2С . . . 15—20

ускорение, м/с² . . . 40Ударные нагрузки, м/с²:

ТГ-1 и ТГ-2 . . . 70

Температура окружающей среды, °C

. . . -40 ÷ +70

Относительная влажность воздуха, %:

ТГ-2 и ТГ-2С (при температуре 20 °C) . . . 98

ТГ-1 (при температуре 45 °C) . . . 98

Гарантийная наработка, ч:

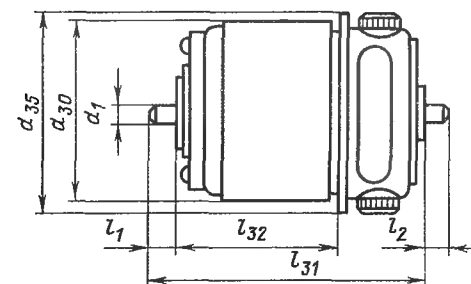
ТГ-1 и ТГ-2 . . . 1000

ТГ-2С . . . 1500

Таблица 18.9. Технические данные тахогенераторов ТГ-1, ТГ-2, ТГ-2С

Тип ТГП	$n_{\text{ном}}$, об/мин	S , мВ/ (об/мин)	H , %	A_T , %	$R_{\text{н}}$, кОм	$M_{\text{тр}}$, 10^{-4} Н·м
ТГ-1	110	96	1	1	10	120
ТГ-2	2400	51	1	1	2	100
ТГ-2С	2400	21,2	1	1	2	100

Таблица 18.10. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса тахогенераторов ТГ-1, ТГ-2, ТГ-2С



Тип ТГП	l_2	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{31}	l_{32}	l_1	Масса, кг
ТГ-1	—	85	89	8	120	76,5	13	1,79
ТГ-2	9,5	70	74	6	104	59	9,5	1
ТГ-2С	—	70	74	6	104	59	9,5	1

Основные технические данные приведены в табл. 18.9, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.10.

18.1.10. Тахогенератор СЛ-121Г

Тахогенератор СЛ-121Г — коллекторный постоянного тока с независимым электромагнитным возбуждением. Обозначение выводов обмоток: генераторной — Я1, Я2; возбуждения — М1, М2. Рабочее положение вала в пространстве — горизонтальное. Выходной конец вала — со шпоночной канавкой. Крепление — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры тахогенератора СЛ-121Г показаны на рис. 18.6.

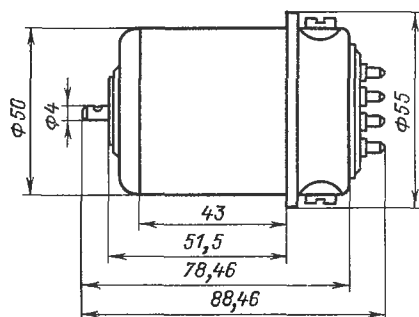


Рис. 18.6. Габаритные и установочные размеры тахогенератора постоянного тока СЛ-121Г

Технические данные тахогенератора СЛ-121Г

Напряжение возбуждения, В . . .	110
Потребляемый ток, А	0,09
Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	16
Нелинейность, %	3
Асимметрия, %	3
Сопротивление нагрузки, кОм . . .	2
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	58,8
Масса, кг	0,45

Условия эксплуатации тахогенератора СЛ-121Г

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . .	10
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	70
Температура окружающей среды, °С	−40 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, % . . .	98
Гарантийная наработка, ч . . .	1500

18.2. Асинхронные тахогенераторы

18.2.1. Классификация и основные показатели

В схемах автоматики асинхронные тахогенераторы (ТГА) выполняют функции информационного элемента, выходное напряжение которого линейно зависит от частоты вращения ротора при неизменном сдвиге фаз между напряжением возбуждения $U_{\text{в}}$ и выходным напряжением $U_{\text{вых}}$.

Таблица 18.11. Классы точности асинхронных тахогенераторов

Показатель	Тахогенераторы					
	высокоточные		точные		низкоточные	
	Класс точности					
	0,025	0,05	0,1	0,25	0,5	1
Нелинейность изменения выходного напряжения, %, не более	± 0,025	± 0,05	± 0,1	± 0,25	± 0,5	—
Отношение остаточной ЭДС к крутизне, об/мин, не более	15	20	20	20	25	50
Отношение переменной составляющей остаточной ЭДС к крутизне, об/мин, не более	2	3	3	5	—	—
Фазовая погрешность от изменения частоты вращения, угл. мин, не более	± 20	± 20	± 25	± 30	—	—

Классификация ТГА по точности проводится по значениям основных точностных показателей в соответствии с табл. 18.11.

Класс точности ТГА устанавливается по параметру, соответствующему более низкому классу точности, указанному в табл. 18.11.

Конструктивно ТГА представляют собой двухфазную электрическую машину с полым немагнитным ротором. На статоре расположены две обмотки: возбуждения и генераторная. Основными параметрами ТГА являются крутизна, нелинейность, постоянная и переменная составляющие остаточной ЭДС, фазовая погрешность от изменения частоты вращения, а также температурные коэффициенты выходного напряжения и фазы выходного напряжения.

Крутизна и нелинейность выходного напряжения, а также температурный коэффициент выходного напряжения имеют те же определения, что и для ТГП.

Остаточная ЭДС ТГА $e_{ост}$ — это наибольшая остаточная ЭДС по основной гармонике на выводах выходной обмотки при неподвижном роторе в пределах одного оборота, при этом приведенное значение определяется как отношение остаточной ЭДС к крутизне выходного напряжения.

Переменная составляющая остаточной ЭДС $\Delta e_{ост}$ есть разность между наибольшим и наименьшим значениями остаточной ЭДС по основной гармонике в пределах оборота ротора. Приведенное значение определяется отношением переменной составляющей остаточной ЭДС к крутизне.

За фазовую погрешность ТГА $\Delta \varphi_n$ принимают наибольшую разность фаз ЭДС тахогенератора при номинальной и минимальной частотах вращения в рабочем диапазоне, $\Delta \varphi_n = \varphi_1 - \varphi_2$.

Температурный коэффициент фазы выходного напряжения ТГА характеризует максимальное изменение фазы при изменении температуры на 1°C в диапазоне рабочих температур.

Высокоточные ТГА рекомендуется применять в счетно-решающих устройствах и прецизионных электромеханических интеграторах, точные — в цепях стабилизации скоростей следящих систем, низкоточные — в корректирующих цепях позиционных следящих систем.

18.2.2. Тахогенератор ТГ-4

Тахогенератор ТГ-4 — асинхронный однофазный с полым немагнитным ротором. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2, генераторной — 3, 4. Крепление ТГА — фланцевое и за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ТГ-4 приведены на рис. 18.7.

Технические данные тахогенератора ТГ-4

Напряжение возбуждения, В . . .	110
Потребляемый ток возбуждения, А . . .	0,3
Частота напряжения возбуждения, Гц	400
Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	8,3
Остаточная ЭДС, мВ	550
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	64
Масса, кг	1,5

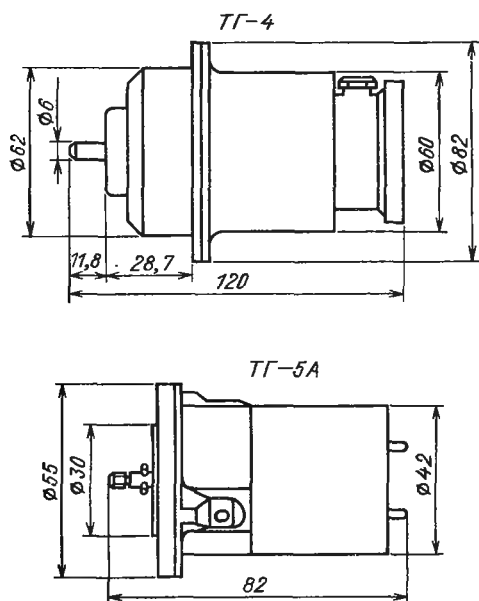


Рис. 18.7. Габаритные и установочные размеры асинхронных тахогенераторов ТГ-4, ТГ-5А

Условия эксплуатации тахогенератора ТГ-4

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	20—50
ускорение, м/с ²	35
Температура окружающей среды, °С	
	—40 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	
	98
Гарантийная наработка, ч	
	1500

18.2.3. Тахогенератор ТГ-5А

Тахогенератор ТГ-5А — асинхронный однофазный с полым немагнитным ротором. Тахогенератор снабжен термокомпенсатором для компенсации температурной погрешности выходного напряжения.

Обозначение выводов обмоток: возбуждения — С, С, генераторной — Г, Г. На выходном валу резьба М3. Крепление ТГА — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры тахогенератора ТГ-5 приведены на рис. 18.7.

Технические данные тахогенератора ТГ-5А

Напряжение возбуждения, В . . .	115
Частота напряжения возбуждения, Гц	400
Потребляемый ток возбуждения, А	0,06
Номинальная частота вращения, об/мин	9000
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	1,2
Нелинейность, %	2,5
Остаточная ЭДС, мВ	50
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°С	0,023
Сопротивление нагрузки, Ом	1200
Момент статического трения, Н·м	10 ⁻³
Масса, кг	0,28

Условия эксплуатации тахогенератора ТГ-5А

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	25—200
ускорение, м/с ²	35
Ударные нагрузки, м/с ²	40
Температура окружающей среды, °С	
	—60 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	
	98
Гарантийная наработка, ч	
	800

18.2.4. Тахогенераторы АТ-1, АТ-1Д, АТ-2, АТ-2Г, АТ-3А, АТ-3Б

Тахогенераторы АТ-1, АТ-1Д, АТ-2, АТ-2Г, АТ-3А, АТ-3Б — асинхронные однофазные с полым немагнитным ротором. Обозначение выводов обмоток: генераторной — 1, 2, возбуждения — 3, 4. Выходной конец вала имеет две диаметрально противоположные проточки. Крепление ТГА — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные тахогенераторов приведены в табл. 18.12, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.13.

Условия эксплуатации тахогенераторов АТ-1, АТ-2, АТ-3

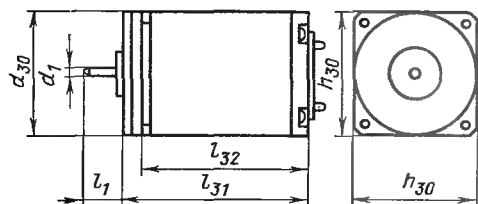
Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц:	
АТ-1, АТ-2Г, АТ-3	10—200
АТ-1Д	10—80
ускорение, м/с ² :	
АТ-1	35
АТ-1Д	25
АТ-2	50

Таблица 18.12. Технические данные тахогенераторов АТ-1, АТ-2, АТ-3

Тип ТГА	U, В	f, Гц	I, А	$n_{ном}$, об/мин	S, мВ/ (об/мин)	H, %	$e_{ост.п}$, мВ	$\delta U/T$, %/°C	$R_{нп}$, кОм	$e_{ост.п.г}$, мВ	$t_{г}$, ч
АТ-1	115	400	0,14	4000	3	0,3	35	0,01	—	6	400
АТ-1Д	127	50	—	1500	1,4	0,3	25; 50	0,15	—	5	1000
АТ-2	115	400	—	5000	1	0,3	25; 50	0,015	—	7	400
АТ-2Г	115	400	—	5000	1	0,2	25; 50	0,015	—	5	1000
АТ-3А	115	400	—	4000	0,4	0,2	15; 30	—	25	5	300
АТ-3Б	36	400	—	4000	0,4	0,2	15; 30	—	25	5	300

Примечание. $e_{ост.п}$ — переменная составляющая остаточной ЭДС.

Таблица 18.13. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса тахогенераторов АТ-1, АТ-2, АТ-3



Тип	d_{30}	d_1	l_{31}	l_{32}	l_1	b_{30}	Мас- са, кг
АТ-1, АТ-1Д	65	4,5	92	84	10	66	1
АТ-2	42	3	66	58	12	42	0,3
АТ-3	32	2,8	56,5	48,5	8,5	32	0,25

Ударные нагрузки, м/с²:

АТ-1	40
АТ-1Д, АТ-3	120
АТ-2Г	50

Температура окружающей среды, °C:

АТ-1, АТ-2	-60 ÷ +80
АТ-1Д	5—50
АТ-2Г	-60 ÷ +100
АТ-3	-60 ÷ +60

Относительная влажность воздуха, %:

АТ-1 (при температуре 20 °C)	98
АТ-1Д, АТ-2, АТ-2Г, АТ-3 (при температуре 40 °C)	98

18.2.5. Тахогенераторы АТ-5

Тахогенераторы АТ-503, АТ-504, АТ-505 — однофазные асинхронные с полым немагнитным ротором. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2; генераторной — Г1, Г2. Частота напряжения возбуждения 500 Гц, номинальная частота вращения 6000 об/мин. На выходном конце вала со стороны колодки зажимов (клеммной) расположен стробоскопический диск. Крепление ТГА — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные тахогенераторов приведены в табл. 18.14, габаритные и установочные размеры — на рис. 18.8. Масса тахогенератора 0,6 кг.

Условия эксплуатации тахогенераторов АТ-5

Вибрационные нагрузки:

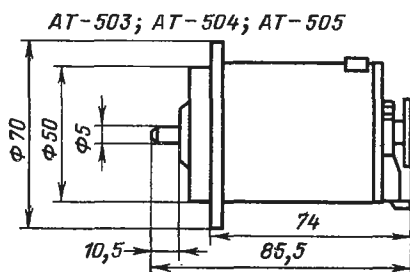
диапазон частот, Гц 1—200
ускорение, м/с² 50

Ударные нагрузки, м/с² 150

Температура окружающей среды, °C -40 ÷ +70

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °C, % 98

Гарантийная наработка, ч 2000



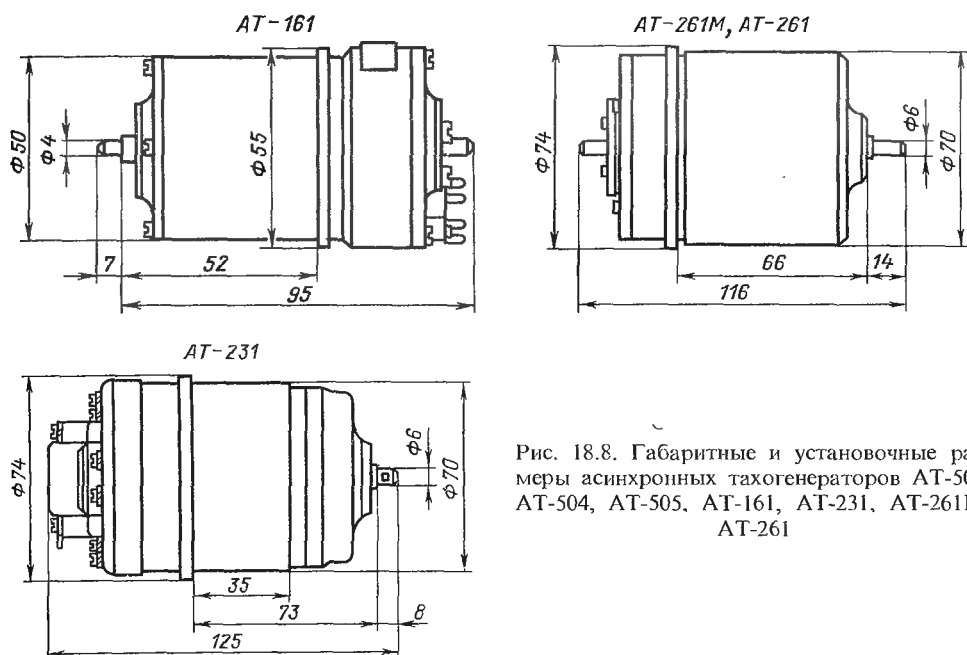


Рис. 18.8. Габаритные и установочные размеры асинхронных тахогенераторов АТ-503, АТ-504, АТ-505, АТ-161, АТ-231, АТ-261М, АТ-261

Таблица 18.14. Технические данные тахогенераторов АТ-5

Тип ТГА	U , В	I , А	S , мВ/(об/мин)	H , %	$e_{\text{ост.}}^{\text{мВ}}$	$e_{\text{ост. пр.}}^{\text{мВ}}$	$\Phi_{\text{н}}$ угл. мин	$\delta U/T$, %/°С	$\delta U/T$, угл. мин/ °С	$M_{\text{тр.}}$ 10^{-4} Н·м	$J_{\text{р.}}$ 10^{-7} кг·м ²
АТ-503	110	0,3	2,7	0,1	50	5	5	0,01	2	400	45
АТ-504	40	0,75	2,7	0,1	50	5	5	0,01	2	400	45
АТ-505	20	0,15	1,5	0,1	50	5	5	0,01	2	400	45

18.2.6. Тахогенератор АТ-161

Тахогенератор АТ-161 — асинхронный однофазный с полым ротором. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 4; генераторной — 2, 3; корпуса — 3. Два выходных конца вала имеют шпоночную канавку. Крепление ТГА — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры приведены на рис. 18.8.

Технические данные тахогенератора АТ-161

Напряжение возбуждения, В . . .	110
Частота напряжения возбуждения, Гц	400
Потребляемый ток возбуждения, А	0,2
Номинальная частота вращения, об/мин	4000

Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	4
Нелинейность, %	0,15
Остаточная ЭДС, мВ	80
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°С	0,008
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	4,9
Масса, кг	0,89

Условия эксплуатации тахогенератора АТ-161

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—120
ускорение, м/с ²	25
Ударные нагрузки, м/с ²	120
Температура окружающей среды, °С	−40 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	2000

18.2.7. Тахогенератор АТ-231

Тахогенератор АТ-231 — асинхронный однофазный с полым ротором. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2; генераторной — Г1, Г2; корпуса — 3. Крепление ТГА за корпус. Режим работы — продолжительный. Масса тахогенератора 2,2 кг.

Габаритные и установочные размеры тахогенератора АТ-231 приведены на рис. 18.8.

Технические данные тахогенератора АТ-231

Напряжение возбуждения, В . . .	110
Частота напряжения возбуждения, Гц	500
Потребляемый ток возбуждения, А	0,29
Номинальная частота вращения, об/мин	4000
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	5,5
Нелинейность, %	0,1
Остаточная ЭДС, мВ	25; 75
Переменная составляющая остаточной ЭДС, мВ	17
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°С	0,006
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	4,9

Условия эксплуатации тахогенератора АТ-231

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—35
ускорение, м/с^2	15
Ударные нагрузки, м/с^2	70
Температура окружающей среды, °С	$-40 \div +60$
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	2500

18.2.8. Тахогенераторы АТ-261, АТ-261М

Тахогенераторы АТ-261, АТ-261М — асинхронные однофазные с полым ротором. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 4; генераторной — 2, 3; корпуса — 3. Конструктивно тахогенераторы друг от друга отличаются по устройству зажимов (клемм). В АТ-261 клеммы выполняются под винт, в АТ-261М — для пайки. Крепление ТГА — за корпус. Режим работы — продолжительный. Габаритные и установочные размеры АТ-261, АТ-261М приведены на рис. 18.8.

Технические данные тахогенераторов АТ-261

Напряжение возбуждения, В . . .	110
Частота напряжения возбуждения, Гц	400
Потребляемый ток возбуждения, А	0,35
Номинальная частота вращения, об/мин	4000
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	5,3
Нелинейность, %	1,5
Остаточная ЭДС, мВ	100
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°С	0,0087
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	9,8
Масса, кг	1,85

Условия эксплуатации тахогенераторов АТ-261, АТ-261М

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—35
ускорение, м/с^2	15
Ударные нагрузки, м/с^2	100
Температура окружающей среды, °С	$-40 \div +60$
Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	2000

18.2.9. Тахогенераторы АТ-402, АТ-603

Тахогенераторы АТ-402, АТ-603 — асинхронные двухфазные с полым ротором. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 1, 2; генераторной — 3, 4. Крепление ТГА — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные тахогенераторов АТ-402 и АТ-603 приведены в табл. 18.15, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.16.

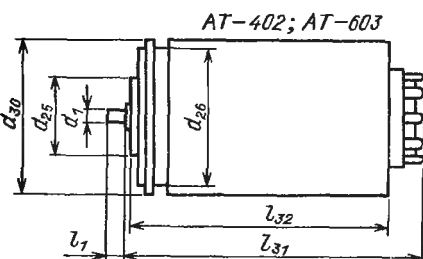
Условия эксплуатации тахогенераторов АТ-402, АТ-603

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—1000
ускорение, м/с^2	100
Ударные нагрузки, м/с^2 :	
АТ-402	750
АТ-603	350
Температура окружающей среды, °С	$-60 \div +70$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	5500

Таблица 18.15. Технические данные тахогенераторов АТ-402 и АТ-603

Тип	U , В	f , Гц	I , А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	S , мВ/ (об/мин)	H , %	$e_{\text{ост}}$, мВ	$\delta U/T$, %/°С	J_p , 10^{-7} кг·м	φ , град
АТ-402	110	400	0,15	4000	2	0,1	50	0,007	100	18
АТ-603	110	400	0,15	4000	3	0,07	25; 50	0,005	200	—

Таблица 18.16. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса тахогенераторов АТ-402, АТ-603



Тип	d_{30}	d_{26}	d_{25}	d_1	l_{31}	l_{32}	l_1	Масса, кг
АТ-402	40	37	20	4	76	68,1	5	0,39
АТ-603	60	55	32	6	101,5	90	10	1

Технические данные тахогенератора ДИГ-3

Напряжение возбуждения, В . . . 36
 Частота напряжения возбуждения,
 Гц 400
 Потребляемый ток возбуждения, А 0,2

Номинальная частота вращения,
 об/мин 10 000
 Крутизна выходного напряжения,
 мВ/(об/мин) 2

Остаточная ЭДС, мВ 60
 Нелинейность, % 2
 Фазовая погрешность от изменения
 частоты вращения, град . . . 4
 Масса, кг 0,18

Условия эксплуатации тахогенератора ДИГ-3

Вибрационные нагрузки:
 диапазон частот, Гц . . . 5—200
 ускорение, м/с^2 40

Ударные нагрузки, м/с^2 . . . 50
 Температура окружающей среды, °С $-60 \div +60$

Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, % 98
 Гарантийная наработка, ч . . 2250

18.2.10. Тахогенератор ДИГ-3

Тахогенератор ДИГ-3 — асинхронный с полым немагнитным ротором. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — 2, 3, генераторной — 1, 4. Крепление ТГА — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры тахогенератора ДИГ-3 приведены на рис. 18.9.

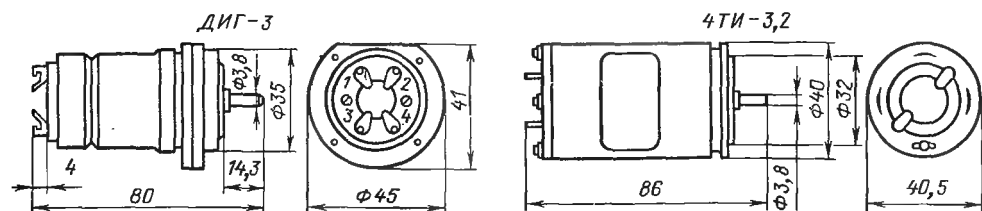


Рис. 18.9. Габаритные и установочные размеры асинхронных тахогенераторов ДИГ-3, 4ТИ-3,2

18.2.11. Тахогенератор 4ТИ-3,2

Тахогенератор 4ТИ-3,2 — асинхронный однофазный с полым немагнитным ротором. Обозначение выводов обмоток: возбуждения — В1, В2; генераторной — Г1, Г2. На торцевой части корпуса, противоположной выходному концу вала, имеется вывод «Корпус». Крепление ТГА — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры тахогенератора 4ТИ-3,2 приведены на рис. 18.9.

Технические данные тахогенератора 4ТИ-3,2

Напряжение возбуждения, В . . .	115
Частота напряжения возбуждения, Гц	400
Потребляемый ток возбуждения, А	0,2
Номинальная частота вращения, об/мин	4000
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	3,2
Нелинейность, %	0,05; 0,1
Остаточная ЭДС, мВ	50; 65
Переменная составляющая остаточной ЭДС, мВ	5, 10
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°С	0,012
Температурный коэффициент фазы выходного напряжения, угл. мин/°С	3
Фазовая погрешность от изменения частоты вращения, угл. мин	20; 25
Сопrotивление нагрузки, кОм	30
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	0,98
Момент инерции ротора, 10^{-7} кг·м ²	42
Масса, кг	0,32

Условия эксплуатации тахогенератора 4ТИ-3,2

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +85
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	5000

18.3. Синхронные тахогенераторы

18.3.1. Классификация и основные показатели

Синхронные тахогенераторы (ТГ) представляют собой информационную электрическую машину с возбуждением от постоянных магнитов, расположенных на роторе. Амплитуда и частота выходного сигнала этих машин являются функцией частоты вращения ротора. Синхронные ТГ используются в основном в фазочувствительных схемах следящих систем в качестве генераторов опорного напряжения (ГОН). Существенно реже они применяются в качестве датчиков частоты вращения с синусоидальной формой кривой выходного напряжения $U_{\text{вых}}$.

Определяющими функциональными параметрами ГОН являются: выходное напряжение, частота вращения, коэффициент искажения синусоидальной формы выходного напряжения, электрическая асимметрия обмоток.

Номинальное выходное напряжение ГОН должно соответствовать значению, выбираемому из следующего ряда: 10, 25, 40, 60, 100, 160, 250, 400 В при отклонениях ± 5 , ± 10 , ± 16 %.

Номинальная частота вращения ГОН должна соответствовать ряду: 3, 6, 8, 12 тыс. об/мин.

Коэффициент искажения синусоидальной формы кривой $U_{\text{вых}}$, %, (коэффициент не-синусоидальности) определяется по формуле

$$K_{\text{нс}} = \frac{\sqrt{\sum_{v=2} U_v^2}}{U_{\text{вых}}} \cdot 100,$$

где U_v — действующее значение напряжения v -й гармоники; n — номер последней из учитываемых гармоник выходного напряжения.

Для существующей номенклатуры ГОН значение $K_{\text{нс}}$ лежит в диапазоне от 5 до 15 %. Электрическая асимметрия обмоток меньше или равна 1°.

18.3.2. Генератор опорных напряжений ГОН (3000-50)

Генератор опорных напряжений ГОН (3000-50) — двухполюсный двухфазный. По буртику ГОН имеется зубчатая нарезка. Выходные обмотки взаимно перпендикулярны. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной — Н1, К1; второй генератор-

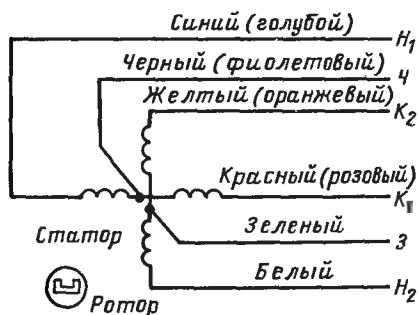


Рис. 18.10. Электрическая схема генератора опорных напряжений ГОН(3000-50)

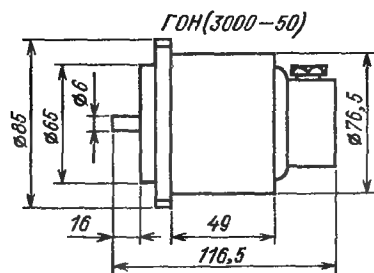


Рис. 18.11. Габаритные и установочные размеры генератора опорных напряжений ГОН (3000-50)

ной — H_2 , K_2 . Электрическая схема ГОН(3000-50) показана на рис. 18.10, а габаритные и установочные размеры — на рис. 18.11. Крепление ГОН — торцевое и за корпус. Режим работы — продолжительный.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН(3000-50)

Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Выходное напряжение, В	140
Частота выходного напряжения, Гц	50
Спротивление нагрузки, кОм	30
Масса, кг	1,3

Условия эксплуатации ГОН(3000-50)

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—50
ускорение, m/c^2	40
Температура окружающей среды, °С	—40 ÷ +65
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	98

18.3.3. Генератор опорных напряжений ГОН(4800-80)

Генератор опорных напряжений ГОН(4800-80) — двухполюсный двухфазный. Электрическая схема включения ГОН показана на рис. 18.10. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной — H_1, K_1 (3, 6); второй генераторной — H_2, K_2 (4, 5). Обмотки взаимно перпендикулярны. Выходной конец вала имеет резьбу. Крепление ГОН — за корпус. Режим работы — продолжительный.

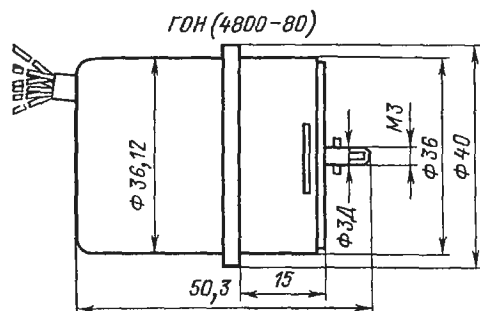
Габаритные и установочные размеры ГОН(4800-80) показаны на рис. 18.12.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН(4800-80)

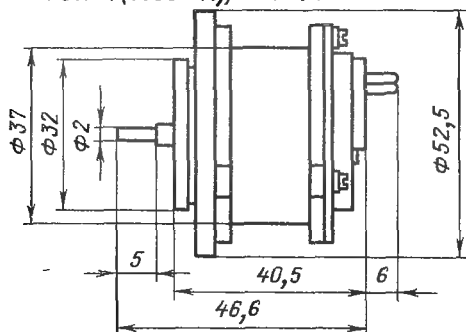
Номинальная частота вращения, об/мин	4800
Выходное напряжение, В	80
Частота выходного напряжения, Гц	80
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	15
Электрическая асимметрия обмоток, угл. град	1
Спротивление нагрузки, кОм	30
Момент статического трения, $10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$	49
Масса, кг	0,15

Условия эксплуатации ГОН(4800-80)

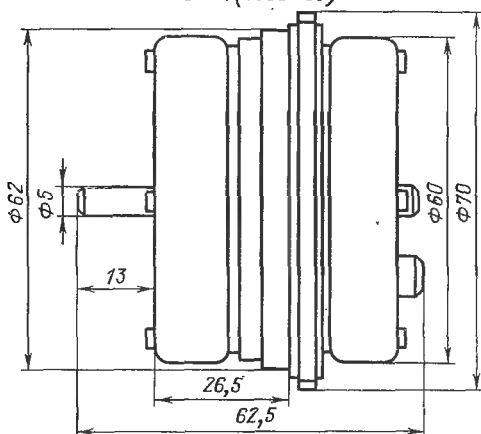
Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—200
ускорение, m/c^2	40
Ударные нагрузки, m/c^2	40
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +80
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	1000



ГОН-1(4500-15); ГОН-1А



ГОН-1(4500-30)



ГОН-К2М

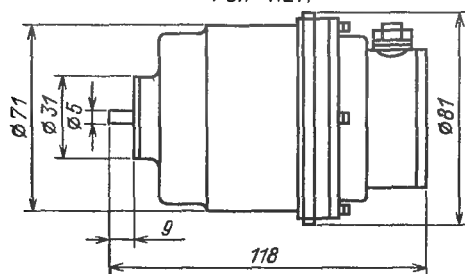


Рис. 18.12. Габаритные и установочные размеры генераторов опорных напряжений ГОН(4800-80), ГОН-1(4500-15), ГОН-1А, ГОН-1(4500-30), ГОН-К2М

18.3.4. Генераторы опорных напряжений ГОН-1(4500-15), ГОН-1А

Генераторы опорных напряжений ГОН-1(4500-15), ГОН-1А — двухполюсные однофазные. По буртику имеется зубчатая

нарезка. Крепление ГОН — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ГОН показаны на рис. 18.12.

Технические данные генераторов опорных напряжений ГОН-1(4500-15) и ГОН-1А

Номинальная частота вращения, об/мин	4500
Выходное напряжение, В	15
Частота выходного напряжения, Гц	75
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	8
Сопrotивление нагрузки, кОм	5
Масса, кг	0,16

Условия эксплуатации ГОН-1(4500-15) и ГОН-1А

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—200
ускорение, м/с ²	45
Ударные нагрузки, м/с ²	40
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +90
Относительная влажность воздуха при температуре 25°С, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
ГОН-1	800
ГОН-1А	1000

18.3.5. Генератор опорных напряжений ГОН-1(4500-30)

Генератор опорных напряжений ГОН-1(4500-30) — двухполюсный двухфазный. По буртику имеется зубчатая нарезка. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной — А1, А2, (1, 2); второй генераторной обмотки — В1, В2 (3, 4). Обмотки взаимно перпендикулярны. Крепление ГОН — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ГОН-1(4500-30) показаны на рис. 18.12.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН-1(4500-30)

Номинальная частота вращения, об/мин	4500
Выходное напряжение, В	30
Частота выходного напряжения, Гц	75
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	10
Сопrotивление нагрузки, кОм	3
Электрическая асимметрия обмоток, угл. град	1
Масса, кг	0,45

Условия эксплуатации ГОН-1(4500-30)

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 10–200

ускорение, м/с² . . . 40

Ударные нагрузки, м/с² . . . 40

Температура окружающей среды, °С . . . –60 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 25°С, % . . . 98

Гарантийная наработка, ч . . . 250

18.3.6. Генератор опорных напряжений ГОН-К2М

Генератор опорных напряжений ГОН-К2М — двухполюсный двухфазный. По буртику ГОН имеется зубчатая нарезка. Генераторные обмотки взаимно перпендикулярны. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной — H1, K1, второй генераторной — H2, K2. Крепление ГОН — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ГОН-К2М показаны на рис. 18.12.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН-К2М

Номинальная частота вращения, об/мин	1800
Выходное напряжение, В	80
Частота выходного напряжения, Гц	30
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	7
Электрическая асимметрия обмоток, угл. град	2
Сопротивление нагрузки, кОм	10
Масса, кг	1,2

Условия эксплуатации ГОН-К2М

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 40–45

ускорение, м/с² . . . 35

Ударные нагрузки, м/с² . . . 40

Температура окружающей среды, °С –60 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 25°С, % . . . 98

Гарантийная наработка, ч . . . 800

18.3.7. Генератор опорных напряжений ГОН-2

Генератор опорных напряжений ГОН-2 — двухполюсный двухфазный. По буртику ГОН имеется рифление. Выходной конец вала имеет

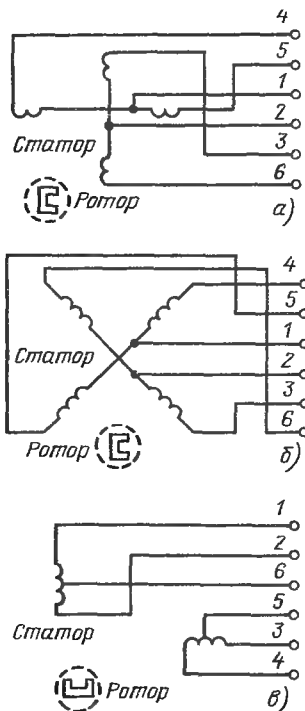


Рис. 18.13. Электрические схемы генераторов опорных напряжений ГОН-2 (а), ГОН-4 (б) и ГОН-6 (в)

резьбу. Электрическая схема включения ГОН-2 показана на рис. 18.13, а. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной — 4, 5; второй генераторной — 3, 6. Середины обмоток имеют выводы: 1 — первой обмотки, 2 — второй обмотки. Обмотки взаимно перпендикулярны. Крепление ГОН — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ГОН-2 приведены на рис. 18.14.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН-2

Номинальная частота вращения, об/мин	4800
Выходное напряжение, В	65
Частота выходного напряжения, Гц	80
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	15
Электрическая асимметрия обмоток, угл. град	1
Сопротивление нагрузки, кОм	30
Масса, кг	0,24

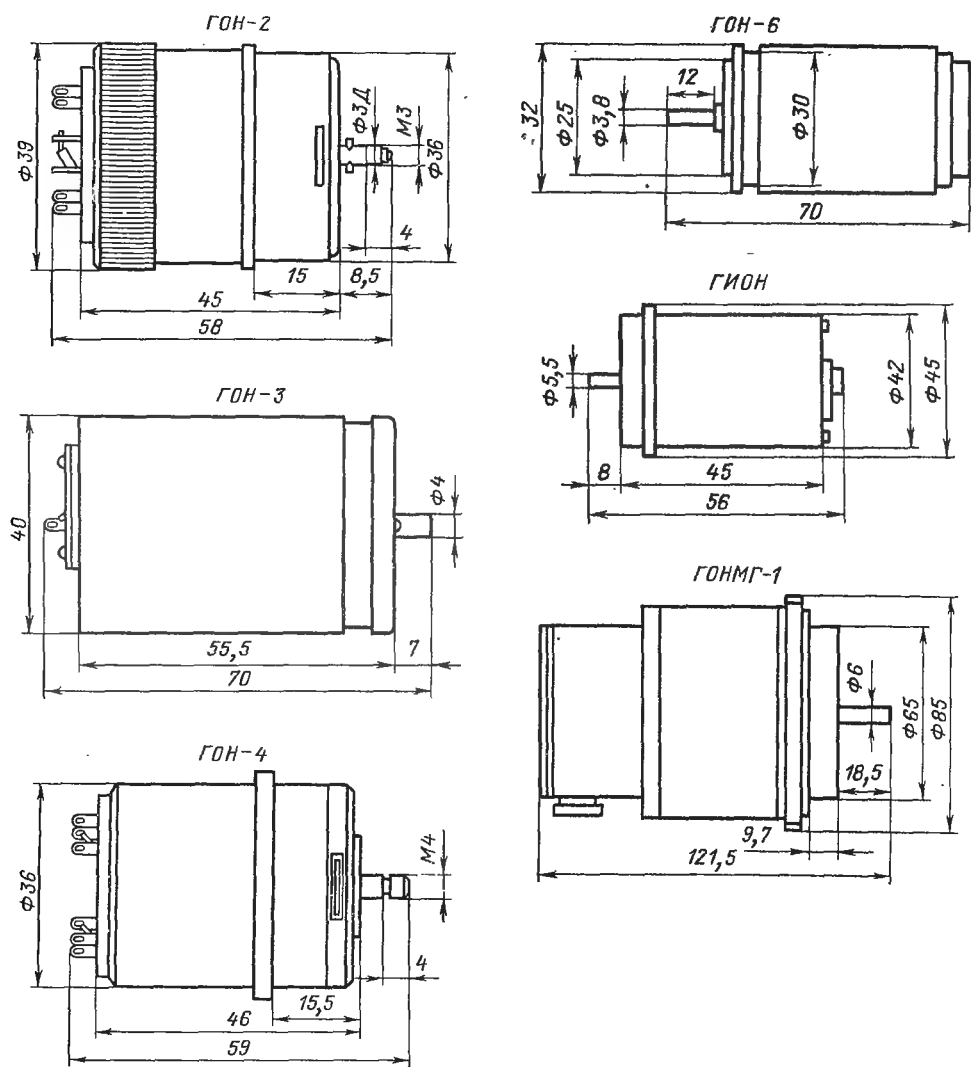


Рис. 18.14. Габаритные и установочные размеры генераторов опорных напряжений ГОН-2, ГОН-3, ГОН-4, ГОН-6, ГИОН, ГОНМГ-1

Условия эксплуатации ГОН-2

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	10—200
ускорение, м/с^2 . . .	50
Ударные нагрузки, м/с^2 . . .	40
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$. . .	$-60 \div +80$
Относительная влажность воздуха при температуре 25°C , %	98
Гарантийная наработка, ч. . .	400

18.3.8. Генератор опорных напряжений ГОН-3

Генератор опорных напряжений ГОН-3 — четырехполюсный однофазный. Выходной конец вала имеет осевое отверстие с резьбой. Обозначение выводов обмоток: 1 и 2 — начало и конец генераторной обмотки соответственно. Крепление ГОН — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ГОН-3 показаны на рис. 18.14.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН-3

Номинальная частота вращения, об/мин	9000
Выходное напряжение, В	25
Частота выходного напряжения, Гц	300
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	5
Сопrotивление нагрузки, Ом	250
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	7,8
Масса, кг	0,24

Условия эксплуатации ГОН-3

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—200
ускорение, м/с^2	50
Ударные нагрузки, м/с^2	50
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-50 \div +80$
Относительная влажность воздуха при температуре 25°C , %	98
Гарантийная наработка, ч	2000

18.3.9. Генератор опорных напряжений ГОН-4

Генератор опорных напряжений ГОН-4 — двухполосный двухфазный. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной — 4, 5, второй генераторной — 3, 6. Середины обмоток имеют выводы: 1 — первой обмотки, 2 — второй обмотки. Электрическая схема включения ГОН-4 показана на рис. 18.13, б. Обмотки взаимно перпендикулярны. Выходной конец вала имеет резьбу М4. Крепление ГОН — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ГОН-4 приведены на рис. 18.14.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН-4

Номинальная частота вращения, об/мин	600
Выходное напряжение, В	80
Частота выходного напряжения, Гц	100
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	15
Электрическая асимметрия обмоток, угл. град	1
Сопrotивление нагрузки, кОм	30
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	29,4
Масса, кг	0,18

Условия эксплуатации ГОН-4

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	2—2000
ускорение, м/с^2	150
Ударные нагрузки, м/с^2	350
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div +85$
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , %	98
Гарантийная наработка, ч	1000

18.3.10. Генератор опорных напряжений ГОН-6

Генератор опорных напряжений ГОН-6 — двухполосный двухфазный. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной — 1, 2; второй генераторной — 3, 4. Середины обмоток имеют выводы: 6 — первой обмотки, 5 — второй обмотки. Обмотки взаимно перпендикулярны. Электрическая схема включения ГОН-6 показана на рис. 18.13, в. Крепление ГОН — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ГОН-6 приведены на рис. 18.14.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН-6

Номинальная частота вращения, об/мин	8000
Выходное напряжение, В	60
Частота выходного напряжения, Гц	133,3
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	5
Электрическая асимметрия обмоток, угл. град	1
Сопrotивление нагрузки, кОм	5
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	14,7
Момент инерции ротора, 10^{-8} Н·м	1
Масса, кг	0,165

Условия эксплуатации ГОН-6

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—2000
ускорение, м/с^2	100
Ударные нагрузки, м/с^2	400
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div +85$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , %	98
Гарантийная наработка, ч	1000

18.3.11. Генератор опорных напряжений ГИОН

Генератор опорных напряжений ГИОН — двухфазный. По буртику имеется зубчатая нарезка. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной *H1, K1*; второй генераторной — *H2, K2*. Крепление ГОН — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ГИОН приведены на рис. 18.14.

Технические данные генератора опорных напряжений ГИОН

Амплитуда выходных импульсов, В	19
Номинальная частота вращения, об/мин	3500
Сопротивление нагрузки, кОм	30
Емкость нагрузки, пФ	1000
Момент статического трения, 10^{-2} Н·м	1
Длительность перепада импульсов, мкс	1000
Масса, кг	0,15

Условия эксплуатации ГИОН

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	70
ускорение, м/с^2	20
Ударные нагрузки, м/с^2	50
Температура окружающей среды, °С	$-60 \div +50$
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	400

18.3.12. Генератор опорных напряжений ГОН МГ-1

Генератор опорных напряжений ГОН МГ-1 — двухполосный двухфазный. По буртику имеется зубчатая нарезка. Обозначение выводов обмоток: первой генераторной *1, 2 (H1, K1)*; второй генераторной *3, 4 (H2, K2)*. Крепление ГОН — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Технические данные генератора опорных напряжений ГОН МГ-1

Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Выходное напряжение, В	140
Частота выходного напряжения, Гц	50
Сопротивление нагрузки, кОм	28
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	49
Масса, кг	1,3

Условия эксплуатации ГОН МГ-1

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—70
ускорение, м/с^2	40
Температура окружающей среды, °С	$-40 \div +65$
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	1500

Габаритные и установочные размеры приведены на рис. 18.14.

18.3.13. Синхронные тахогенераторы СГ-024, СГ-025

Синхронные тахогенераторы СГ-024, СГ-025 — двухполосные трехфазные. Обозначение выводов обмоток: *A, B, C* — фазы генератора; *O* — нулевой провод. Обмотки включены звездой. Крепление ТГ — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные ТГ типов СГ-024, СГ-025 приведены в табл. 18.17, габаритные и установочные размеры — на рис. 18.15. Масса СГ-024 и СГ-025 1 кг.

Таблица 18.17. Технические данные тахогенераторов СГ-024, СГ-025

Тип	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$U_{\text{вых}}$, В	f , Гц	$K_{\text{нс}}$, %	$R_{\text{н}}$, кОм	$P_{\text{вых}}$, Вт
СГ-024	1500	30	25	3	0,19	3,25
СГ-025	3000	60	50	3	0,19	13

* $K_{\text{нс}}$ — коэффициент несинусоидальности выходного напряжения.

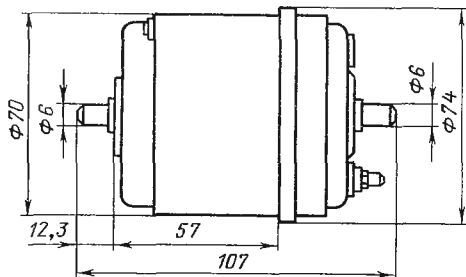


Рис. 18.15. Габаритные и установочные размеры синхронных тахогенераторов СГ-024, СГ-025

Условия эксплуатации синхронных тахогенераторов СГ-024, СГ-025

Диапазон частот, Гц	10
Ударные нагрузки, м/с ²	72
Температура окружающей среды, °С	-40 ÷ +50
Относительная влажность воздуха при температуре 20°С: %	98
Гарантийная наработка, ч.	5000

18.4. Двигатель-генераторы

18.4.1. Классификация и основные показатели

В системах автоматического управления широко применяются двигатель-генераторы (ДГ). Двигатель-генератор представляет собой агрегат, состоящий из электродвигателя и тахогенератора. В настоящее время существуют ДГ, в состав которых входят двигатель и тахогенератор постоянного тока, двухфазный асинхронный управляемый двигатель и тахогенератор постоянного тока, асинхронные двигатель и тахогенератор, двухфазный управляемый асинхронный двигатель и синхронный тахогенератор.

В состав агрегата может также входить редуктор. В отдельных случаях ДГ снабжаются сменными редукторами с различными передаточными отношениями.

Для точных счетно-решающих устройств применяются тахометрические ДГ переменного тока, состоящие из ТГА с линейностью выходной характеристики 0,05–0,1 % и остаточной ЭДС 15–50 мВ, и двухфазного управляемого двигателя.

Для следящих систем с тахометрической обратной связью по постоянному току и точных интегрирующих приводов постоянного тока применяются ДГ, содержащие двухфазные управляемые асинхронные двигатели и ТГП.

Для следящих систем невысокой точности выпускаются ДГ, состоящие из ТГА и асинхронного двухфазного двигателя с полными роторами. Линейность выходной характеристики таких ДГ около 1 %, остаточная ЭДС 100–200 мВ.

Технические характеристики двигателей и тахогенераторов, входящих в состав ДГ, аналогичны характеристикам двигателей и тахогенераторов раздельного исполнения.

18.4.2. Двигатель-генераторы серии ДГ

Двигатель-генератор серии ДГ — двухфазный агрегат с полым немагнитным ротором. Сдвиг фаз между напряжениями питания обмотки возбуждения и обмотки управления двигателя должен быть осуществлен с помощью специальных схем, обеспечивающих электрический угол 90° независимо от нагрузки двигателя. Крепление ДГ — фланцевое. Режим работы — продолжительный, реверсивный.

Расшифровка условного обозначения серии ДГ: Д — двигатель; Г — генератор; число — максимальная мощность двигателя, Вт; ТА — нагревостойкие; ТВ — нагревовлажностойкие; ТЧ — нагревовлажностойкие на частоту напряжения питания 1000 Гц.

Напряжение питания обмоток возбуждения двигателя и генератора 36 В, обмотки управления — 30 В. Частота напряжения питания 400 Гц, ДГ типа ДГ-Т4 — 1000 Гц.

Схема включения двигатель-генераторов серии ДГ показана на рис. 18.16, основные технические данные — в табл. 18.18, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.19 и на рис. 18.17.

Условия эксплуатации двигатель-генераторов серии ДГ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ДГ-1ТЧ, ДГ-2ТЧ 10–2000

остальных типов 10–1000

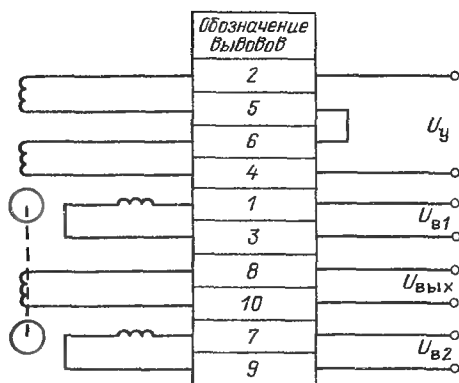


Рис. 18.16. Схема включения двигатель-генераторов серии ДГ: $U_{\text{вых}}$ — выходное напряжение генератора; U_y — напряжение управления двигателем; U_{B1} , U_{B2} — напряжение возбуждения двигателя и генератора

Таблица 18.18. Технические данные двигатель-генераторов серии ДГ

Тип ДГ	$P_{2max}, Вг$	$M_{гг}, 10^{-4} Н \cdot м$	$n_0, об/мин$	$I_{л,в}, А$	$I_{л,у}, А$	$I_{д,г}, А$	$U_{гг}, В$	$\tau_{гг}, С$	$KПД, \%$	$Z_{гг}, Ом$	$S, мВ/(об/мин)$	$e_{ост}, В$	$e_{ост,гг}, В$	$J_{гг}, 10^{-6} кг \cdot м^2$	$Z_{гг}, Ом$	$\phi, угл. град$
ДГ-0,1ТА,	0,07	2,6	7200	0,08	0,07	0,08	0,5	0,2	2	$475 + j250$	0,1	0,06	0,02	0,006	$470 + j290$	4
ДГ-0,1ТВ																
ДГ-0,5ТА,	0,5	10	13000	0,185	0,13	0,13	0,5	0,2	11	$215 + j144$	0,3	0,1	0,025	0,02	$890 + j750$	2
ДГ-0,5ТВ																
ДГ-1ТВ	1	16	15000	0,3	0,135	0,13	1	0,1	12	$190 + j145$	0,9	0,19	0,05	0,012	$760 + j700$	27
ДГ-2ТВ	2	34	16000	0,4	0,23	0,13	1	0,07	20	$110 + j100$	0,9	0,19	0,05	0,014	$760 + j700$	27
ДГ-3ТА,	3	80	8000	0,7	0,47	0,1	0,5	0,05	22	$35 + j60$	0,75	0,1	0,03	0,05	$290 + j450$	30
ДГ-3ТВ																
ДГ-5ТА,	5	220	6000	1,2	0,5	0,1	0,5	0,1	18	$50 + j50$	1,0	0,1	0,03	0,42	$400 + j330$	60
ДГ-5ТВ																
ДГ-0,5ГЧ	0,45	8	13000	0,24	0,16	0,08	0,5	0,29	6	$190 + j130$	0,3	0,2	0,025	0,02	$1500 + j1150$	20
ДГ-1ГЧ	1	13	17000	0,35	0,23	0,1	1	0,15	12	$100 + j110$	0,3	0,2	0,05	0,012	$480 + j1000$	13
ДГ-2ГЧ	1,7	23	20000	0,45	0,32	0,1	1	0,11	18	$55 + j80$	0,3	0,2	0,05	0,014	$480 + j1000$	13

Примечание. Z_r — полное выходное сопротивление генератора; Z_y — полное сопротивление обмотки управления двигателем

**Таблица 18.19. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-генератора
серии ДГ**

[illegible]

ускорение, м/с ² :		нижнее значение	-60
ДГ-1ТЧ, ДГ-2ТЧ	250	Относительная влажность воздуха, %:	
ДГ-0,5ТЧ	150	ДГ-ТВ при температуре 40°С	98
остальных типов	75	остальных типов при температуре 20°С	98
Ударные нагрузки, м/с ²	120	Гарантийная наработка, ч:	
Температура окружающей среды, °С:		ДГ-ТЧ	150
верхнее значение:		остальных типов	250
ДГ-0,1ТА, ДГ-0,1ТВ, ДГ-0,5ТЧ	80		
остальных типов	100		

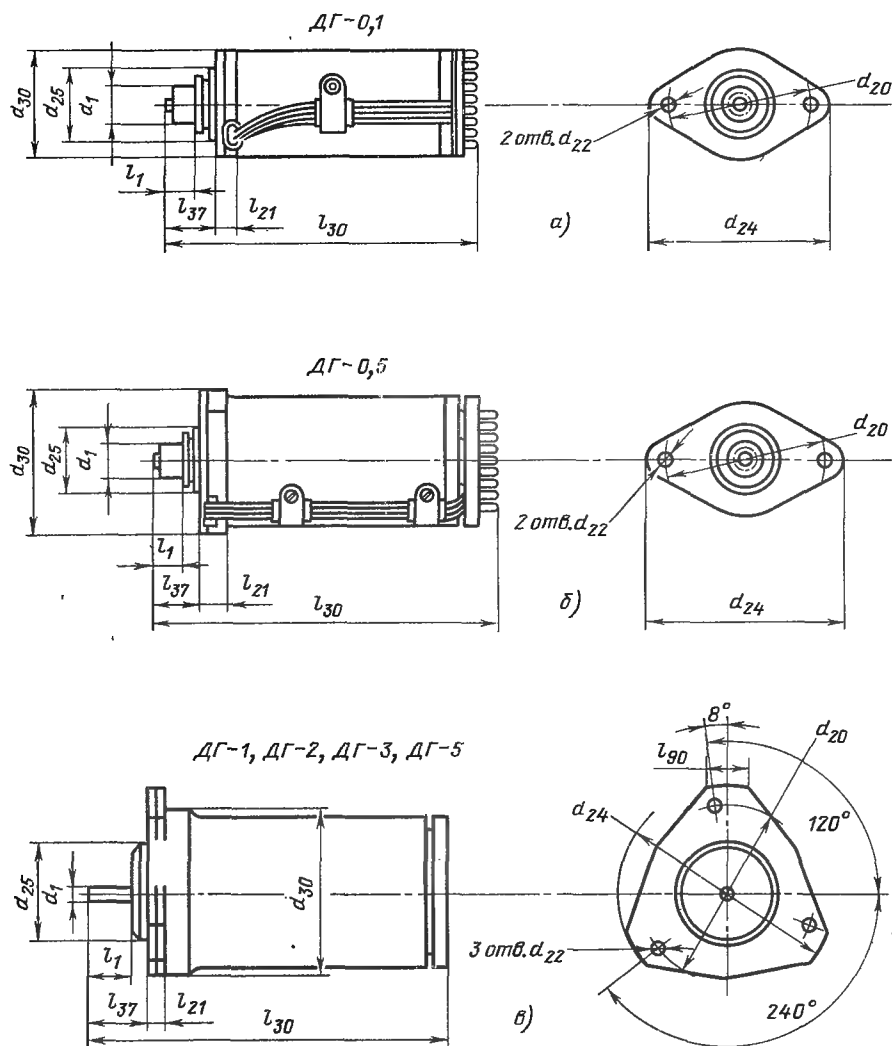


Рис. 18.17. Габаритные и установочные размеры двигатель-генераторов серии ДГ

18.4.3. Двигатель-генераторы серии ДГМ

Двухфазные ДГ серии ДГМ с фланцевым креплением предназначены для продолжительного режима работы при сдвиге фаз между напряжениями возбуждения и управления двигателя 90°. Частота напряжения питания 400 Гц.

Схема включения ДГ серии ДГМ показана на рис. 18.18, основные технические данные — в табл. 18.20, а габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.21.

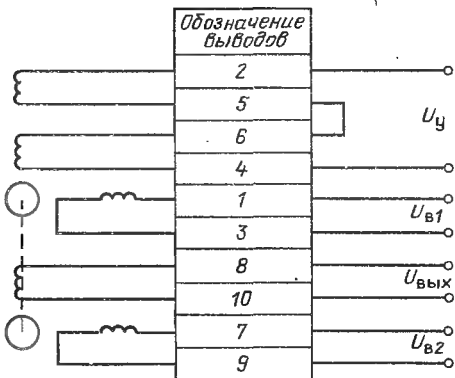
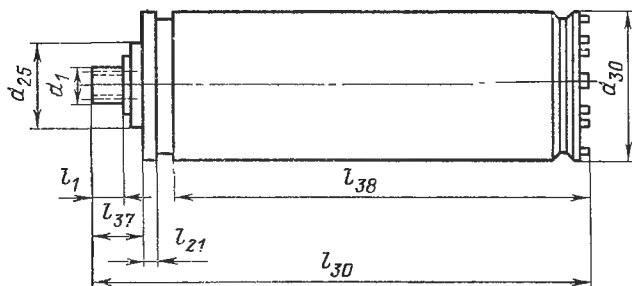


Рис. 18.18. Схема включения двигатель-генераторов серии ДГМ

Таблица 18.20. Технические данные двигатель-генераторов серии ДГМ

Параметр	ДГМ-0,1	ДГМ-0,4	ДГМ-1
Напряжение, В:			
возбуждения двигателя	36	36	36
управления двигателем	18	30	30
возбуждения генератора	36	36	36
Максимальная полезная мощность, Вт	0,1	0,4	1
Пусковой момент, 10^{-4} Н·м	6	18	50
Частота вращения при холостом ходе, об/мин	7200	6000	5500
Крутизна выходной характеристики генератора, мВ/(об/мин)	0,1	0,5	0,5
Остаточная ЭДС генератора, мВ	15	25	25
Переменная составляющая остаточной ЭДС генератора, мВ	5	10	10
Пусковой ток возбуждения двигателя, мА	90	125	240
Пусковой ток управления двигателем, мА	70	150	290
Ток возбуждения генератора, мА	120	150	150

Таблица 18.21. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-генераторов серии ДГМ



Тип ДГ	d_{30}	d_1	d_{25}	l_{30}	l_1	l_{21}	l_{37}	l_{38}	Масса, кг
ДГМ-0,1А	20	4,8	12	63,9	3,8	2	5,9	54	0,085
ДГМ-0,1Б		2,8		65,8	5,7		7,8		
ДГМ-0,4	25	4,8	16	70,2	6,8		8,3	55,88	0,13
ДГМ-1	30	4,8	20	86,5	6,4		9	72,38	270

Условия эксплуатации двигатель-генераторов серии ДГМ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . .	10—2000
ускорение, м/с^2	150
Ударные нагрузки, м/с^2	150
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div +100$
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , %	98
Гарантийная наработка, ч . . .	3200

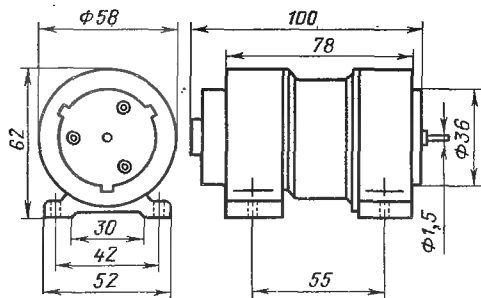


Рис. 18.19. Габаритные и установочные размеры двигатель-генератора ПТП-5

18.4.4. Двигатель-генератор ПТП-5

В состав ПТП-5 входят двигатель и тахогенератор постоянного тока. Обозначение выводов обмоток: красный, синий — «+» и «—» двигателя соответственно; черный, белый — «+» и «—» генератора соответственно. Генераторные выводы выполнены в экране. Возбуждение тахогенератора осуществляется от постоянных магнитов. Крепление ПТП-5 — на лапах. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры ДГ ПТП-5 показаны на рис. 18.19.

Технические данные двигатель-генератора ПТП-5

Двигатель

Напряжение возбуждения, В . . .	18
Номинальный потребляемый ток, А	0,05
Номинальная частота вращения, об/мин	10000
Электромеханическая постоянная времени, с	80—120
Напряжение трогания, В	1,5

Тахогенератор

Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	5
Нелинейность, %	12
Температурный коэффициент выходного напряжения, $\%/^{\circ}\text{C}$. . .	0,005
Сопrotивление нагрузки, кОм . . .	7
Масса, кг	0,65

Условия эксплуатации двигатель-генератора ПТП-5

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц	50—1500
ускорение, м/с^2	100

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	20—50
Относительная влажность воздуха при температуре 20°C , % . . .	80
Гарантийная наработка, ч	100

18.4.5. Двигатель-генераторы ДТГ-4-3Т2, ДТГ-10-3Т2

В состав ДТГ-4-3Т2 и ДТГ-10-3Т2 входят двигатель и тахогенератор постоянного тока. Возбуждение двигателя и тахогенератора осуществляется от постоянных магнитов. Обозначение выводов обмоток: двигателя Я1(+), Я2(—); тахогенератора Я3(+), Я4(—). Выходной конец вала ДТГ-4-3Т2 имеет резьбу М3, ДТГ-10-3Т2 — М4 и шпонку. Напряжение возбуждения 27 В, номинальная частота вращения 3000 об/мин.

Технические данные ДГ приведены в табл. 18.22, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.23.

Условия эксплуатации двигатель-генераторов ДТГ-4-3Т2 и ДТГ-10-3Т2

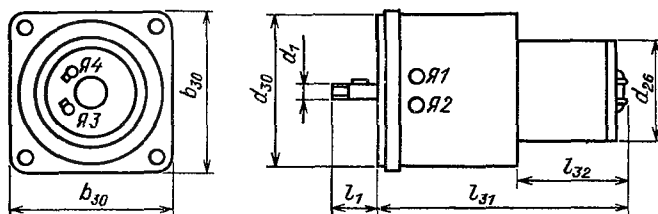
Ударные нагрузки, м/с^2	160
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-50 \div +50$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , %	100
Гарантийная наработка, ч	1000

Таблица 18.22. Технические данные двигатель-генераторов ДТГ-4-3Т2 и ДТГ-10-3Т2

Тип ДГ	Двигатель						Тахогенератор					
	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$M_{\text{ном}}$, 10^{-4} Н·м	$J_{\text{ном}}$, А	$U_{\text{тр}}$, В	$M_{\text{тр}}$, 10^{-4} Н·м	$I_{\text{тр}}$, А	S , мВ/(об/мин)	H , %	$A_{\text{тр}}$, %	$K_{\text{пуль}}$, %	$\delta U/T$, %/°С	$R_{\text{н}}$, кОм
ДТГ-4-3Т2	4	135	0,5	3	750	1,5	6	1	1	10	0,03	6
ДТГ-10-3Т2	10	335	1	3	1500	3	6	1	1	10	0,03	6

Примечание. $K_{\text{пуль}}$ — коэффициент пульсации напряжения тахогенератора.

Таблица 18.23. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-генераторов ДТГ-4-3Т2, ДТГ-10-3Т2



Тип ДГ	d_{30}	d_{26}	d_1	l_{31}	l_{32}	l_1	b_{30}	Масса, кг
ДТГ-4-3Т2	40	32	3,8	103	35	12	45,5	0,45
ДТГ-10-3Т2	50	32	4,8	106	35	14	52,5	0,65

18.4.6. Двигатель-тахогенераторы АДТ-521 и АДТ-521Б

В состав АДТ-521 и АДТ-521Б входят двухфазный управляемый асинхронный двигатель и тахогенератор постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Обозначение выводов обмоток: возбуждения и управления двигателем — В1, В2, У1, У2; тахогенератора — Я1, Я2. Крепление двигатель-тахогенератора — фланцевое с упорным буртиком и за корпус. Режим работы — продолжительный.

Двигатель-тахогенераторы имеют следующие данные:

Частота напряжения питания двигателя, Гц	500
Номинальная частота вращения, об/мин	7000
КПД двигателя, %	13

Напряжение управления двигателем, В 35
Масса, кг 0,63

Электрическая схема двигатель-тахогенераторов АДТ-521, АДТ-521Б показана на рис. 18.20. Для включения в сеть в качестве фазосдвигающих элементов применяются конденсаторы $C_1 = 0,3$ мкФ и $C_2 = 0,1$ мкФ.

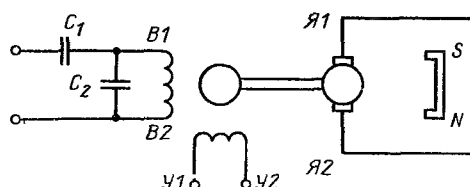


Рис. 18.20. Электрическая схема двигатель-тахогенераторов АДТ-521, АДТ-521Б

Таблица 18.24. Технические данные двигатель-тахогенераторов АДТ-521, АДТ-521Б

Тип	Двигатель				Тахогенератор						
	$U_{\text{ном}},$ В	$P_{\text{ном}},$ Вт	$P_y,$ Вт	$M_{\text{дп}},$ Н·м	$S_s,$ мВ/(об/мин)	$H,$ %	$A_{\text{гг}},$ %	$K_{\text{пуль}},$ %	$R_n,$ кОм	$M_{\text{гр}},$ 10^{-4} Н·м	$J_p,$ 10^{-7} кг·м ²
АДТ-521	127	32	18	190	8	10	10	10	7,5	26	16
АДТ-521Б	40	21	17	210	8	10	10	10	7,5	26	20

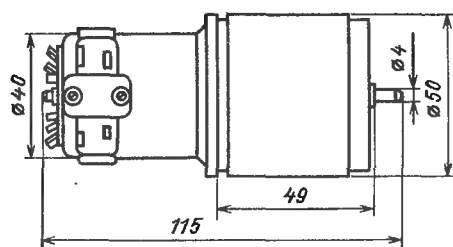


Рис. 18.21. Габаритные и установочные размеры двигатель-тахогенераторов АДТ-521, АДТ-521Б

Основные технические данные двигатель-тахогенераторов приведены в табл. 18.24, а габаритные и установочные размеры — на рис. 18.21.

Условия эксплуатации двигатель-тахогенераторов АДТ-521 и АДТ-521Б

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 5—1000

ускорение, м/с² 25

Ударные нагрузки, м/с² 350

Температура окружающей среды, °С -40 ÷ +70

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %

Гарантийная наработка, ч 98
2000

18.4.7. Двигатель-генераторы серии ИЭ-1

В состав ДГ серии ИЭ-1 входят асинхронный управляемый двигатель и тахогенератор постоянного тока. Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя — 1, 2; управления двигателем — 3, 6. Вводы 4 и 5 замкнуты накоротко; «+» и «-» — генераторная обмотка. На выходном конце вала посажена шестерня.

Крепление ДГ — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

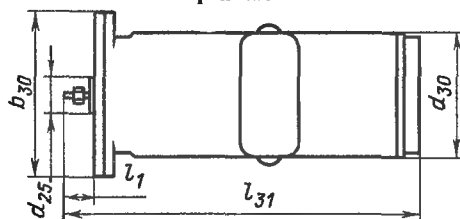
Двигатель-генераторы серии ИЭ-1 имеют следующие данные:

Напряжение возбуждения двигателя, В	36
Частота напряжения возбуждения двигателя, Гц	400
Напряжение управления двигателем, В	25
Емкость фазосдвигающего конденсатора цепи возбуждения двигателя, мкФ	1

Таблица 18.25. Технические данные двигатель-генераторы серии ИЭ-1

Тип ДГ	$n_{\text{ном}},$ об/мин	$S_s,$ мВ/(об/мин)	$H,$ %	$\delta U/T,$ %/°С	$R_n,$ кОм	$\tau_m,$ с	$I_{\text{г}},$ ч
ИЭ-1	10000	6	0,15	0,02	1,2	0,25	200
ИЭ-1А	10000	6	0,15	0,02	1,2	0,25	200
ИЭ-1Б	10000	6	0,15	0,02	1,2	0,25	50
ИЭ-1М	10000	6	0,15	0,05	0,3	3	1000
ИЭ-1МА	10000	6	0,15	0,05	0,3	3	1000
ИЭ-1МБ	10000	6	0,15	0,05	0,3	3	50

Таблица 18.26. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-генераторов серии ИЭ-1



Тип ДГ	d_{30}	d_{25}	l_{31}	l_1	b_{30}	Масса, кг
ИЭ-1 ИЭ-1А ИЭ-1Б	30	8	80	4,5	40	0,2
ИЭ-1М ИЭ-1МА ИЭ-1МБ			83	6,5		

Основные технические данные двигатель-генераторов серии ИЭ-1 приведены в табл. 18.25, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.26.

Условия эксплуатации двигатель-генераторов серии ИЭ-1

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ИЭ-1, ИЭ-1А	20—80
ИЭ-1Б	100—1500
ИЭ-1М, ИЭ-1МА	20—200
ИЭ-1МБ	10—150

ускорение, м/с^2 15

Ударные нагрузки, м/с^2 40

Температура окружающей среды, °С:

ИЭ-1, ИЭ-1А, ИЭ-1Б $-60 \div +50$

ИЭ-1М, ИЭ-1МА, ИЭ-1МБ $-60 \div +60$

Относительная влажность воздуха, %:

ИЭ-1, ИЭ-1А, ИЭ-1Б при температуре 20 °С 98

ИЭ-1М, ИЭ-1МА, ИЭ-1МБ при температуре 40 °С 98

18.4.8. Двигатель-генераторы серий ИЭ-2, ИЭ-3

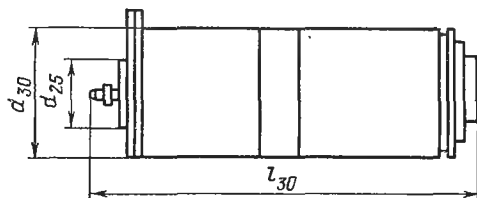
В состав двигатель-генераторов серий ИЭ-2, ИЭ-3 входят асинхронный управляемый двигатель и тахогенератор постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя — 1, 6; управления двигателем 2, 5, генераторной — «+», «-». Выводы 3, 4 замкнуты накоротко. На выходном конце вала крепится шестерня. Крепление двигатель-генераторов — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Частота напряжения питания двигателя 400 Гц, напряжение управления двигателя 30 В. Параллельно генераторной обмотке агрегатов ИЭ-3 включается конденсатор емкостью 2 мкФ.

Основные технические данные ДГ серий

ИЭ-2 и ИЭ-3 приведены в табл. 18.27, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.28.

Таблица 18.28. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-генераторов серий ИЭ-2, ИЭ-3



Тип ДГ	d_{30}	d_{25}	l_{30}	Масса, кг
ИЭ-2	36	20	105,5	0,33
ИЭ-3А-1			108,5	0,35
ИЭ-3А-2 ИЭ-3Б				

Условия эксплуатации двигатель-генераторов серий ИЭ-2, ИЭ-3

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц:

ИЭ-2 20—200

ИЭ-3 10—2000

ускорение, м/с^2 100

Ударные нагрузки, м/с^2

ИЭ-2 100

ИЭ-3 40

Температура окружающей среды, °С $-60 \div +80$

Относительная влажность воздуха, %:

ИЭ-2 при температуре 20 °С 98

ИЭ-3 при температуре 40 °С 98

Таблица 18.27. Технические данные двигатель-генераторов серий ИЭ-2 и ИЭ-3

Тип ДГ	Двигатель							Тахогенератор				
	$U_{\text{в}}$, В	n , об/мин	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$M_{\text{п}}$, 10^{-4} Н·м	$U_{\text{тр}}$, В	$C_{\text{в}}$, мкФ	$\tau_{\text{м}}$, с	S , мВ/(об/мин)	H , %	$R_{\text{н}}$, кОм	$\delta U/T$, %/°C	$t_{\text{г}}$, ч
ИЭ-2	36	11000	—	—	—	0,75	0,1	7	0,15	—	0,02	400
ИЭ-3А-1	36	11000	2	25	0,8	3	0,6	6	0,2	130	0,002	200
ИЭ-3А-2	36	11000	2	25	0,8	3	0,6	6	0,2	130	0,002	200
ИЭ-3Б	36	10000	2	25	0,8	3	0,6	6	0,3	130	0,005	500

18.4.9. Двигатель-генератор ИЭ-10

В состав двигатель-генератора ИЭ-10 входят асинхронный управляемый двигатель и тахогенератор постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя — 1, 2, управления двигателем — 3, 4; генераторной — «+», «-». На выходном валу имеется резьба. Крепление ДГ — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Масса ИЭ-10 0,96 кг.

Основные технические данные ДГ приведены в табл. 18.29, габаритные и установочные размеры — на рис. 18.22.

Условия эксплуатации двигатель-генератора ИЭ-10

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 10—1500

ускорение, м/с^2 100

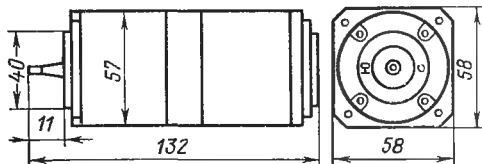


Рис. 18.22. Габаритные и установочные размеры двигатель-генератора ИЭ-10

Ударные нагрузки, м/с^2 40

Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ $-60 \div +80$

Относительная влажность воздуха при температуре 20°C , % 98

Гарантийная наработка, ч 200

Таблица 18.29. Технические данные двигатель-генератора ИЭ-10

Тип ДГ	U_B , В	f_1 , Гц	U_g , В	$M_H \cdot 10^{-4}$ Н·м	C_B , мкФ	$U_{тр}$, В	$n_{ном}$, об/мин	S , мВ/(об/мин)	H , %	$\delta U/T$, %/°C	R_H , кОм
ИЭ-10	115	400	70	130	0,75	1	6000	7	0,15	0,02	100

18.4.10. Двигатель-тахогенераторы АДТ-1

В состав АДТ-1 входят асинхронный управляемый двигатель и асинхронный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток: возбуждения и управления двигателя — В3, В4, У1, У2 соответственно; возбуждения и генераторной В1, В2; Г1, Г2 соответственно; корпуса — 3. Двигатель-генераторы имеют два выходных конца вала, на одном из них крепится стробоскопический диск, на другом конце: у АДТ-1 и АДТ-1А крепится муфта, у АДТ-1Б и АДТ-1С — шестерня. В корпусе АДТ-1 и АДТ-1А имеются понижающие редукторы с передаточным отношением 1:30. Крепление АДТ-1 — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Параметры цепей возбуждения и управления приведены ниже:

Напряжение возбуждения двигателя, В	110
Частота напряжения возбуждения двигателя, Гц	500
Напряжение управления двигателем, В	180
Номинальная мощность двигателя, Вт	2,1
Фазосдвигающая емкость цепи возбуждения, мкФ	1

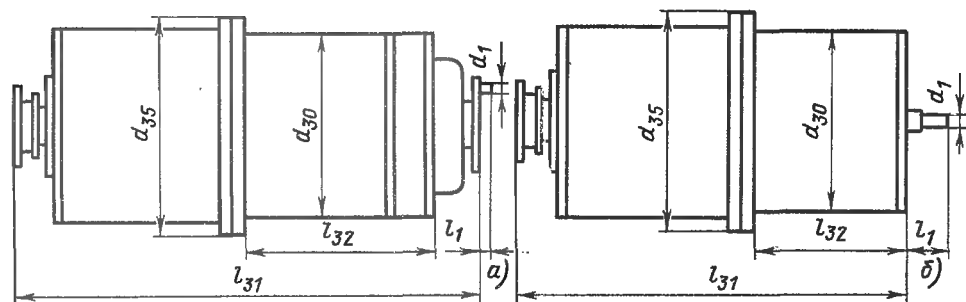
Основные технические данные АДТ-1 приведены в табл. 18.30, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.31.

Таблица 18.30. Технические данные двигатель-тахогенераторов АДТ-1

Тип	Двигатель					
	$M_{н,п}$ 10^{-4} Н·м	n_0 об/мин	I_0 , А	I_{y0} , А	n_c об/мин	$M_{гр}$ 10^{-4} Н·м
АДТ-1	147	7000	0,15	0,25	10000	9,8
АДТ-1А						
АДТ-1Б						
АДТ-1С						

Примечание. $M_{н,п}$ — начальный пусковой момент.

Таблица 18.31. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-тахогенераторов АДТ-1



Тип ДГ	Рис.	d_{30}	d_{35}	d_1	l_{31}	l_{32}	l_1	Масса, кг
АДТ-1, АДТ-1А	а	70	84	4	177,5	72	4	3,2
АДТ-Б, АДТ-С	б				148,3	60	12,5	3,1

Условия эксплуатации двигатель-тахогенераторов АДТ-1

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 1—35

ускорение, м/с² 15

Ударные нагрузки, м/с² 70

Температура окружающей среды, °С -40 ÷ +60

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 3000

18.4.11. Двигатель-тахогенератор АДТ-329

В состав АДТ-329 входят асинхронный управляемый двигатель, асинхронный тахогенератор и редуктор с перелаточным отношением 16:1. Обозначение выводов обмоток: возбуждения тахогенератора — 1, 2; генераторной — 3, 4; возбуждения двигателя — 5, 6; управления двигателя — 7, 8 и 9, 10. Перемычки 8, 9 обмотки управления включаются последовательно, 7, 9 или 8, 10 — параллельно. Крепление АДТ-329 — флан-

Продолжение табл. 18.30

Тахогенератор								
U_B , В	f , Гц	$n_{\text{ном}}$, об/мин	S , мВ/(об/мин)	$\delta U/T$, %/°С	H , %	I , А	$e_{\text{ост}}$, мВ	$e_{\text{ост.п}}$, мВ
110	500	4000	5,5	0,01	0,1	0,29	50	7
55						0,55		
110						0,29		
55						0,55		

цевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры АДТ-329 приведены на рис. 18.23. Масса АДТ-329 0,33 кг.

Технические данные двигатель-тахогенератора АДТ-329

Двигатель

Напряжение возбуждения, В . . .	4
Частота напряжения возбуждения, Гц	400; 500
Напряжение управления двигателем, В, при включении обмоток:	
последовательно	20
параллельно	10
Фазосдвигающая емкость возбуждения, мкФ	0,15
Напряжение трогания, В . . .	2
Частота вращения при холостом ходе, об/мин	9000
Пусковой момент, 10^{-4} Н·м	8
КПД, %	17
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	1

Тахогенератор

Напряжение возбуждения, В . . .	40
Частота напряжения возбуждения, Гц	400; 500
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	0,9
Нелинейность, %	1
Остаточная ЭДС, мВ	50
Переменная составляющая остаточной ЭДС, мВ	10
Потребляемая мощность возбуждения, Вт	0,5

Условия эксплуатации двигатель-тахогенератора АДТ-329

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	3—2500
ускорение, м/с^2	120
Ударные нагрузки, м/с^2	350
Температура окружающей среды, °С	$-40 \div +70$
Относительная влажность воздуха при температуре 40°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

АДТ-329

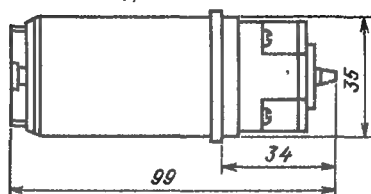


Рис. 18.23. Габаритные и установочные размеры двигатель-тахогенератора АДТ-329

18.4.12. Двигатель-тахогенераторы АДТ-5

В состав АДТ-5 входят асинхронный двигатель и асинхронный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток: возбуждения тахогенератора — В1, В2, генераторной — Г1, Г2; возбуждения двигателя — В3, В4; управления двигателем — У1, У2 и У3, У4. Со стороны клеммной колодки на выходном конце вала крепится стробоскопический диск. В корпусах АДТ-507, АДТ-509 и АДТ-510 имеются понижающие редукторы с переда-

Таблица 18.32. Технические данные двигатель-тахогенераторов АДТ-5

Тип	Двигатель										
	$U_{\text{ном}},$ В	$U_y,$ В	$n_c,$ об/мин	$C_B,$ мкФ	$M_{\text{п}},$ мН·м	$I_{\text{ном}},$ А	$I_{y, \text{ном}},$ А	$n_0,$ об/мин	$I_0,$ А	$I_{y0},$ А	$U_{\text{тр}0},$ В
АДТ-507	110	110	400	0,35	350	0,2	0,2	280	0,27	0,15	6
АДТ-509	40	40	400	3	350	0,8	0,8	280	1,1	0,7	2,4
АДТ-510	40	40	400	3	350	0,8	0,8	280	1,1	0,7	2,4
АДТ-511	110	110	10000	0,35	14	0,2	0,2	7000	0,27	0,15	3
АДТ-512	40	40	10000	3	14	0,8	0,8	7000	1,1	0,7	1,2
АДТ-513	40	40	10000	3	14	0,8	0,8	7000	1,1	0,7	1,2

Продолжение табл. 18.32

Тип	Тахогенератор											
	$U_B,$ В	$n_{\text{ном}},$ об/мин	$S,$ мВ/(об/мин)	$\Phi_{\text{п}},$ угл. мин	$H,$ %	$\delta U/T,$ %/°С	$\delta \Phi/T,$ угл. мин/°С	$I,$ А	$e_{\text{ост}},$ мВ	$e_{\text{ост, п}},$ мВ	$J_p, 10^{-6}$ кг·м²	$\tau_m,$ с
АДТ-507	110	240	68	5	0,1	0,01	2	0,3	50	5	8	0,5
АДТ-509	40	240	68					0,75				
АДТ-510	20	240	38					0,15				
АДТ-511	110	6000	2,7					0,3				
АДТ-512	40	6000	2,7					0,75				
АДТ-513	20	6000	1,5					0,15				

Примечание. $I_0, I_{y0}, U_{\text{тр}0}, n_0$ — токи двигателя и управления, напряжение трогания и частота вращения при холостом ходе.

точным отношением 1:25. Крепление АДТ-5 — фланцевое. Режим работы — продолжительный.

Частота напряжения возбуждения двигателя и тахогенератора 500 Гц, максимальная полезная мощность 5 Вт.

Основные технические данные двигатель-тахогенераторов АДТ-5 приведены в табл. 18.32, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.33.

Условия эксплуатации двигатель-тахогенераторов АДТ-5

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц . . . 5—1000

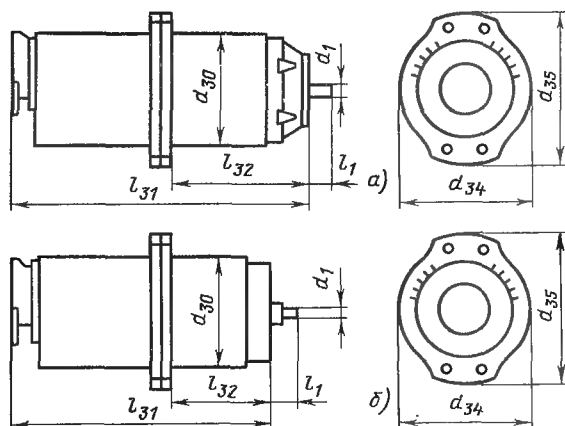
ускорение, м/с² 100

Температура окружающей среды, °С —40 ÷ +70

Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 2000

Таблица 18.33. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-тахогенераторов АДТ-5



Тип	Рис.	d_{30}	d_{35}	d_{34}	d_1	l_{31}	l_{32}	l_1	Мас- са, кг
АДТ-507, АДТ-509, АДТ-510	<i>a</i>	50	70	60	5	142,5	67,5	10,5	1,1
АДТ-511, АДТ-512, АДТ-513	<i>б</i>				4	122,5	47,5	12,5	1

18.4.13. Двигатель-тахогенераторы АДТ-534, АДТ-524

В состав АДТ-534, АДТ-524 входят асинхронный управляемый двигатель и асинхронный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток: возбуждения тахогенератора — В1, В2; генераторной — Г1, Г2; возбуждения двигателя — В3, В4; управления двигателем — У1, У2 и У3, У4. Со стороны колодки контактных зажимов (клеммной колодки) на валу установлен стробоскопи-

ческий диск. Второй выходной конец вала имеет резьбу М2.5. Модификация АДТ-524 выпускается с редуктором, передаточное отношение которого 1 : 25. Крепление АДТ-534 и АДТ-524 — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Габаритные и установочные размеры АДТ-534 показаны на рис. 18.24.

Технические данные двигатель-тахогенераторов АДТ-534 и АДТ-524

Двигатель

Напряжение возбуждения, В . . .	40
Частота напряжения возбуждения, Гц	400, 500, 1000
Напряжение управления, В . . .	40
Фазосдвигающая емкость цепи возбуждения, мкФ	4
Частота вращения холостого хода, об/мин	6000
Начальный пусковой момент, 10^{-4} Н·м	1,5
Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	5

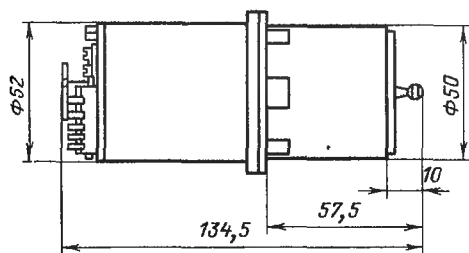


Рис. 18.24. Габаритные и установочные размеры двигатель-тахогенератора АДТ-524, АДТ-534

Тахогенератор

Напряжение возбуждения, В . . .	40
Частота напряжения возбуждения, Гц	400, 500, 1000
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	2,5
Нелинейность, %	0,1
Остаточная ЭДС, мВ	30
Переменная составляющая остаточной ЭДС, мВ	5
Сдвиг фазы выходного напряжения относительно напряжения возбуждения, угл. град	3
Температурный коэффициент выходного напряжения, %/°C . . .	0,01

Примечание. Параметры приведены для частоты напряжения питания 400 Гц.

Условия эксплуатации двигатель-тахогенераторов АДТ-534, АДТ-524

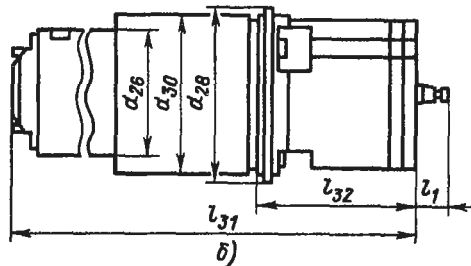
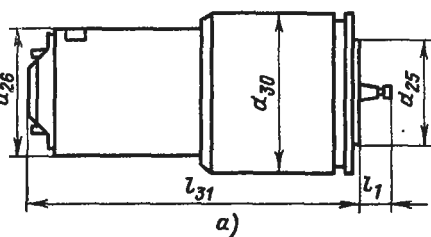
Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	5–1000
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	1500
Температура окружающей среды, °C	–60 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
АДТ-534	2000
АДТ-524	200

3, 4; 5, 6 и 4, 5. Двигатель-тахогенераторы АДТ рассчитаны для работы при частоте питания 400 и 500 Гц. Крепление АДТ – фланцевое с упорным буртиком. Режим работы – продолжительный.

Основные технические данные двигатель-тахогенераторов серии АДТ приведены в табл. 18.34, габаритные и установочные размеры и масса – в табл. 18.35 и на рис. 18.25.

Условия эксплуатации двигатель-тахогенераторов серии АДТ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц . . .	1–2000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ² . . .	750
Температура окружающей среды, °C	–60 ÷ +100
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C, %	98
Гарантийная наработка, ч:	
АДТ без редукторов . . .	5000
АДТ с редукторами . . .	2500



18.4.14. Двигатель-тахогенераторы серии АДТ

Двигатель-тахогенераторы серии АДТ состоят из асинхронных управляемых двигателей и встроенных асинхронных тахогенераторов. Конструктивно АДТ выполняются с редукторами и без них. В условном обозначении АДТ с редукторами указывается буква Р. Передаточное отношение редуктора 1:25. Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя – 1, 2; управления двигателем – 3, 4 и 5, 6; возбуждения тахогенератора – 7, 8; генераторной – 9, 10. Для АДТ с индексом М обмотки управления двигателем обозначены

Рис. 18.25. Габаритные и установочные размеры двигатель-тахогенераторов серии АДТ: а – АДТ-50, АДТ-50А2, АДТ-50Б, АДТ-50ВМ, АДТ-50ДМ, АДТ-50Д-2; б – АДТ-50АР, АДТ-50БР, АДТ-50ВРМ, АДТ-50ДРМ; в – АДТ-40А, АДТ-40Б, АДТ-40В, АДТ-40Д, АДТ-32Б, АДТ-32ВМ; г – АДТ-40АР, АДТ-40БР, АДТ-40-ВР, АДТ-40ДР, АДТ-32БР, АДТ-32ВРМ; д – АДТ-25Б, АДТ-25В, АДТ-20Г; е – АДТ-25БР, АДТ-25ВР, АДТ-20ГР

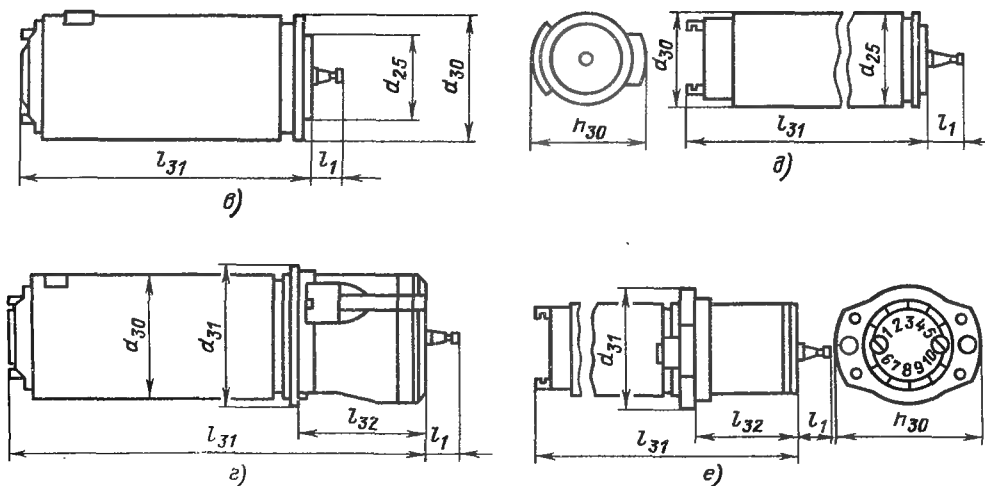


Таблица 18.34. Технические данные двигатель-тахогенераторов серии АДТ (частота 400 Гц)

Тип	Двигатель										
	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$U_y, \text{В}$	$P_{2\text{ном}}, \text{Вт}$	$n_c, \text{об/мин}$	$M_{\text{т}}, \text{Н·м}$	$I_{\text{л}}, \text{А}$	$I_{y, \text{л}}, \text{А}$	$n_0, \text{об/мин}$	$I_0, \text{А}$	$I_{y0}, \text{А}$	$\tau_m, \text{с}$
АДТ-50А	127	40	4	6000	21	0,35	1	4000	0,3	0,9	0,03
АДТ-50-А-2	127	40	6	12000	15	0,35	0,65	9000	0,3	0,6	0,06
АДТ-50Б	40	40	4	6000	21	1,0	1	4000	0,9	0,9	0,03
АДТ-50ВМ	40	24	4	6000	21	1,0	0,76	4000	0,9	0,7	0,03
АДТ-50ДМ	127	24	4	6000	21	0,35	0,76	4000	0,3	0,7	0,03
АДТ-50Д-2	127	24	6	12000	15	0,35	1,1	9000	0,3	0,95	0,06
АДТ-5АР	127	40	4	6000	420	0,35	1	140	0,3	0,9	0,03
АДТ-50БР	40	40	4	6000	420	1,0	1	140	0,9	0,9	0,03
АДТ-50ВРМ	40	24	4	6000	420	1,0	0,76	140	0,9	0,7	0,03
АДТ-50ДРМ	127	24	4	6000	420	0,35	0,76	140	0,3	0,7	0,03
АДТ-40А	127	40	3	6000	14	0,25	0,65	4000	0,21	0,62	0,03
АДТ-40Б	40	40	3	6000	14	0,65	0,65	4000	0,62	0,62	0,03
АДТ-40В	40	24	3	6000	14	0,65	1,1	4000	0,62	1	0,03
АДТ-40Д	127	24	3	6000	14	0,25	1,1	4000	0,21	1	0,03
АДТ-32Б	40	40	2	8000	7	0,4	0,4	6000	0,36	0,36	0,02
АДТ-32ВМ	40	24	2	8000	7	0,4	0,35	6000	0,36	0,3	0,02
АДТ-40АР	127	40	3	6000	280	0,25	0,65	140	0,21	0,62	0,03
АДТ-40БР	40	40	3	6000	280	0,65	0,65	140	0,62	0,62	0,03
АДТ-40ВР	40	24	3	6000	280	0,65	1,1	140	0,62	1	0,03
АДТ-40ДР	127	24	3	6000	280	0,25	1,1	140	0,21	1	0,03
АДТ-32БР	40	40	2	8000	130	0,4	0,4	220	0,36	0,36	0,02
АДТ-32ВРМ	40	24	2	8000	130	0,4	0,35	220	0,36	0,3	0,02
АДТ-25Б	40	40	1	8000	3,5	0,25	0,25	5500	0,17	0,17	0,04
АДТ-25В	40	24	1	8000	3,5	0,25	0,3	5500	0,17	0,28	0,04
АДТ-20Г	27	24	0,3	8000	0,9	0,2	0,16	5000	0,18	0,15	0,03
АДТ-25БР	40	40	1	8000	70	0,25	0,25	200	0,17	0,17	0,04
АДТ-25ВР	40	24	1	8000	70	0,25	0,3	200	0,17	0,28	0,04
АДТ-20ГР	27	24	0,3	8000	18	0,2	0,16	180	0,18	0,15	0,03

Продолжение табл. 18.34

Тип	Двигатель			Тахогенератор								
	$J_{\text{пр}} \cdot 10^{-7}$ кг·м ²	КПД, %	$M_{\text{тр}} \cdot 10^{-3}$ Н·м	$U_{\text{в}}$, В	$S_{\text{мб}}$ мВ/(об·мин)	$n_{\text{ном}}$ об/мин	I , А	$e_{\text{ост}}$, мВ	$e_{\text{ост.п.}}$, мВ	$P_{\text{ном}}$ Вт	ϕ , угл. град	H , %
АДГ-50А	13	18	0,15	127	3	4000	0,06	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-50-А-2	13	18	0,15	127	3	10000	0,06	100	20	5	50	0,2
АДГ-50Б	13	18	0,15	40	3	4000	0,17	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-50ВМ	13	18	0,15	40	3	4000	0,17	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-50ДМ	13	18	0,15	127	3	4000	0,06	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-50Д-2	13	18	0,15	127	3	10000	0,06	100	20	5	50	0,2
АДГ-5АР	13	18	4,5	127	75	140	0,06	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-50БР	13	18	4,5	40	75	140	0,17	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-50ВРМ	13	18	4,5	40	75	140	0,17	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-50ДРМ	13	18	4,5	127	75	140	0,06	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-40А	10	18	0,15	127	3	4000	0,06	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-40Б	10	18	0,15	40	3	4000	0,17	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-40В	10	18	0,15	40	3	4000	0,17	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-40Д	10	18	0,15	127	3	4000	0,06	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-32Б	2,5	20	0,1	40	0,5	6000	0,1	40	5	2,5	10	0,2
АДГ-32ВМ	2,5	20	0,1	40	0,5	6000	0,1	40	5	2,5	10	0,2
АДГ-40АР	10	18	0,15	127	75	140	0,06	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-40БР	10	18	0,15	40	75	140	0,17	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-40ВР	10	18	0,15	40	75	140	0,17	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-40ДР	10	18	0,15	127	75	140	0,06	100	10	4,5	50	0,2
АДГ-32БР	2,5	20	0,1	40	12,5	220	0,1	40	5	2,5	10	0,2
АДГ-32ВРМ	2,5	20	0,1	40	12,5	220	0,1	40	5	2,5	10	0,2
АДГ-25Б	2,5	16	0,1	40	0,5	6000	0,1	40	5	2,5	10	0,2
АДГ-25В	2,5	16	0,1	40	0,5	6000	0,1	40	5	2,5	10	0,2
АДГ-20Г	0,7	6	0,1	27	0,3	4000	0,11	30	2	2,5	10	0,2
АДГ-25БР	2,5	16	0,1	40	12,5	220	0,1	40	5	2,5	10	0,2
АДГ-25ВР	2,5	16	0,1	40	12,5	220	0,1	40	5	2,5	10	0,2
АДГ-20ГР	0,7	6	0,1	27	7,5	140	0,11	30	2	2,5	10	0,2

Таблица 18.35. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-тахогенераторов серии АДГ

Тип	Рис. 18.25	d_{30}	d_{31}	d_{28}	d_{26}	d_{25}	l_1	l_{31}	l_{32}	h_{30}	Масса, кг
АДГ-50	<i>a</i>	50	—	—	40	34	10	100	—	—	0,72
АДГ-50Р	<i>b</i>	50	—	53	40	—	10,5	143	57	—	1,1
АДГ-40	<i>в</i>	40	—	—	—	30	10	92	—	—	0,5
АДГ-32	<i>в</i>	32	—	—	—	22	8	76	—	—	0,25
АДГ-40Р	<i>г</i>	40	43	—	—	—	10,5	133	51	—	0,72
АДГ-32Р	<i>г</i>	32	35	—	—	—	8,5	114	46	—	0,4
АДГ-25	<i>д</i>	25	—	—	—	18	8	77	—	27,5	0,16
АДГ-20	<i>д</i>	20	—	—	—	18	8	61,5	—	22,5	0,08
АДГ-25Р	<i>e</i>	25	30	—	—	—	7,9	107,1	36,5	39	0,25
АДГ-20Р	<i>e</i>	20	26	—	—	—	7,9	92,1	36,5	35	0,14

18.4.15. Двигатель-тахогенераторы серии АДТ-40

Двигатель-тахогенераторы серии АДТ-40 состоят из асинхронных управляемых двигателей и встроенных асинхронных тахогенераторов. Конструктивно они выполняются с редукторами и без них. В условном обозначении АДТ с редукторами указывается буква Р. Передаточное отношение редуктора 1:25. Обозначение выводов обмоток: 1, 2 — возбуждения двигателя, управления двигателем — 3, 4 и 5, 6; возбуждения тахогенератора — 7, 8; генераторной — 9, 10. АДТ рассчитаны для работы при частоте напряжения питания 400 и 500 Гц. Крепление АДТ-40 — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный. Масса АДТ-40 без редуктора 0,5 кг, с редуктором — 0,7 кг.

Основные технические данные двигатель-тахогенераторов серии АДТ-40 приведены в табл. 18.36, габаритные и установочные размеры — на рис. 18.26.

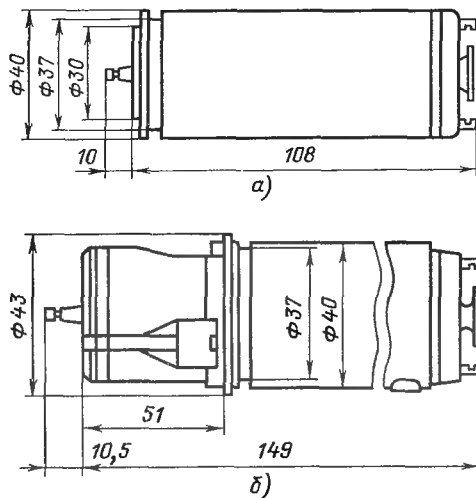


Рис. 18.26. Габаритные и установочные размеры двигатель-тахогенераторов серии АДТ-40:

а — АДТ-4079, АДТ-4074, АДТ-40100, АДТ-40117;
б — АДТ-4075Р, АДТ-4076Р, АДТ-40101Р

Таблица 18.36. Технические данные двигатель-тахогенераторов АДТ-40 (частота 400 Гц)

Тип	Двигатель											
	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$U_{\text{y}}, \text{В}$	$P_{2\text{ном}}, \text{Вт}$	$n_{\text{с}}, \text{об/мин}$	$C_{\text{в}}, \text{мкФ}$	$M_{\text{п}}, \text{мН} \cdot \text{м}$	$U_{\text{трб}}, \text{В}$	$n_{\text{б}}, \text{об/мин}$	$P_{1\text{ном}}, \text{Вт}$	$P_{1\text{y}}, \text{Вт}$	$J_{\text{р}}, 10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	$\tau_{\text{м}}, \text{с}$
АДТ-4073	40	40	2,5	8000	1,25	7	1	5800	9	9	3,6	0,35
АДТ-4074	127	40	2,5	8000	0,12	8	1	5800	9	9	3,6	0,35
АДТ-40100	40	24	2,5	8000	1,25	7	1	5800	9	9	3,6	0,35
АДТ-40117	127	24	2,5	8000	0,12	8	1	5800	9	9	3,6	0,35
АДТ-4075Р	40	40	2,5	320	1,25	160	2	210	9	9	3,6	0,35
АДТ-4076Р	127	40	2,5	320	0,12	160	2	210	9	9	3,6	0,35
АДТ-40101Р	40	24	2,5	320	1,25	160	2	210	9	9	3,6	0,35

Продолжение табл. 18.36

Тип	Тахогенератор									
	$U_{\text{в}}$, В	$S_{\text{с}}$, мВ/(об/мин)	H , %	$\varphi_{\text{н}}$, угл. мин	$\delta U/T$, %/°C	$\delta \varphi/T$, угл. мин/°C	$P_{\text{ном}}$, Вт	$e_{\text{ост}}$, мВ	$e_{\text{ост,п}}$, мВ	Φ угл. град
АДТ-4073	40	1,7	0,05	10	0,008	2,5	5,5	30	7	3
АДТ-4074	127	1,7	0,05	10	0,008	2,5	5,5	30	7	3
АДТ-40100	40	1,7	0,05	10	0,008	2,5	5,5	30	7	3
АДТ-40117	127	1,7	0,05	10	0,008	2,5	5,5	30	7	3
АДТ-4075Р	40	42,5	0,05	10	0,008	2,5	5,5	30	7	3
АДТ-4076Р	127	42,5	0,05	10	0,008	2,5	5,5	30	7	3
АДТ-40101Р	40	42,5	0,05	10	0,008	2,5	5,5	30	7	3

Условия эксплуатации двигатель- тахогенераторов серии АДГ-40

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—1000
ускорение, м/с^2	100
Ударные нагрузки, м/с^2	350
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-40 \div +70$
Относительная влажность воздуха при температуре 35°C , %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

18.4.16. Двигатель-генератор АДГ-607А

В состав АДГ-607А входят асинхронный управляемый двигатель и встроенный асинхронный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя — 1, 2; управления двигателем — 3, 4; генераторной — 5, 6; возбуждения тахогенератора — 7, 8. Крепление двигатель-генератора — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный. Масса АДГ-607А 1,2 кг.

Габаритные и установочные размеры показаны на рис. 18.27.

Технические данные двигатель- генератора АДГ-607А

Двигатель

Напряжение возбуждения, В	60
Частота напряжения возбуждения, Гц	1000
Фазосдвигающая емкость цепи возбуждения, мкФ	1
Частота вращения холостого хода, об/мин	8000
Потребляемый ток возбуждения при холостом ходе, А	1,2
Потребляемый ток управления при холостом ходе, А	0,35
Пусковой момент, 10^{-4} Н·м	165
Напряжение трогания, В	2
Полезная мощность, Вт	4
Электромеханическая постоянная времени, с	0,084

Тахогенератор

Напряжение возбуждения, В	127
Частота напряжения возбуждения, Гц	1000
Номинальная частота вращения, об/мин	5000

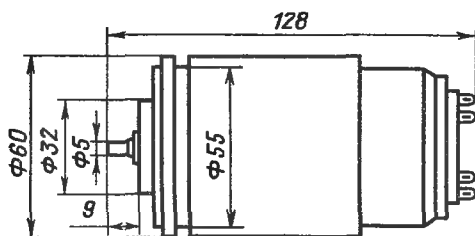


Рис. 18.27. Габаритные и установочные размеры двигатель-генератора АДГ-607А

Потребляемый ток возбуждения, А	0,1
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	0,5
Остаточная ЭДС, мВ	50; 75

Условия эксплуатации двигатель-генератора АДГ-607А

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с^2	150
Ударные нагрузки, м/с^2	350
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div +85$
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , %	98
Гарантийная наработка, ч	550

18.4.17. Двигатель-генератор АДГ-004

В состав АДГ-004 входят асинхронный управляемый двигатель и встроенный асинхронный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток: возбуждения генератора — 1, 2; генераторной — 3, 4; возбуждения двигателя — 5, 6; управления двигателем — 7, 8 и 9, 10. Крепление АДГ-004 — фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — повторно-кратковременный (работа — 30 мин, перерыв — 20 мин). Масса АДГ-004 0,09 кг.

Габаритные и установочные размеры АДГ-004 показаны на рис. 18.28.

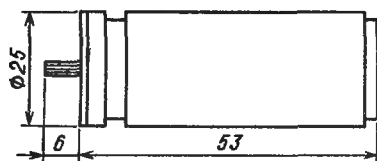


Рис. 18.28. Габаритные и установочные размеры двигатель-генератора АДГ-004

Технические данные двигатель-генератора АДГ-004

Двигатель

Напряжение возбуждения, В . . .	40
Частота напряжения возбуждения, Гц	1000
Напряжение управления, В	30
Фазосдвигающая емкость цепи возбуждения, мкФ	0,3
Полезная мощность, Вт	0,45
Номинальная частота вращения, об/мин	8000
Частота вращения при холостом ходе, об/мин	12000
Потребляемый ток, А:	
возбуждения	0,15
управления	0,25

Тахогенератор

Напряжение возбуждения, В	40
Частота напряжения возбуждения, Гц	1000
Потребляемый ток возбуждения, А	0,09
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	0,45
Остаточная ЭДС, мВ	50; 75
Нелинейность, %	1
Фазовая погрешность от изменения частоты вращения, угл. град	5

Условия эксплуатации двигатель-генератора АДГ-004

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	—40 ÷ +70

Относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %	98
Гарантийная наработка, циклов	300

18.4.18. Двигатель-тахогенераторы серии АДТ-3

Двигатель-тахогенераторы серии АДТ-3 состоят из асинхронных управляемых двигателей и встроенных асинхронных тахогенераторов. Конструктивно они выполняются с редукторами и без них. Передаточное отношение редуктора 1 : 20. Обозначение выводов обмоток: возбуждения тахогенератора — В1, В2; генераторной — Г1, Г2; возбуждения двигателя — В3, В4; управления двигателем — У1, У2. Двигатель-тахогенераторы АДТ-306, АДТ-322, АДТ-398 и АДТ-399 имеют на валу со стороны колодки зажимов (клеммной) стробоскопический диск. Крепление двигатель-тахогенератора — за корпус и фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Частота напряжения питания АДТ-3 500 Гц, максимальная мощность двигателя 2 Вт.

Основные технические данные АДТ-3 приведены в табл. 18.37, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.38.

Условия эксплуатации двигатель-тахогенераторов серии АДТ-3

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—1000
ускорение, м/с ²	100
Ударные нагрузки, м/с ²	750
Температура окружающей среды, °С	—40 ÷ +70
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %	98
Гарантийная наработка, ч	2000

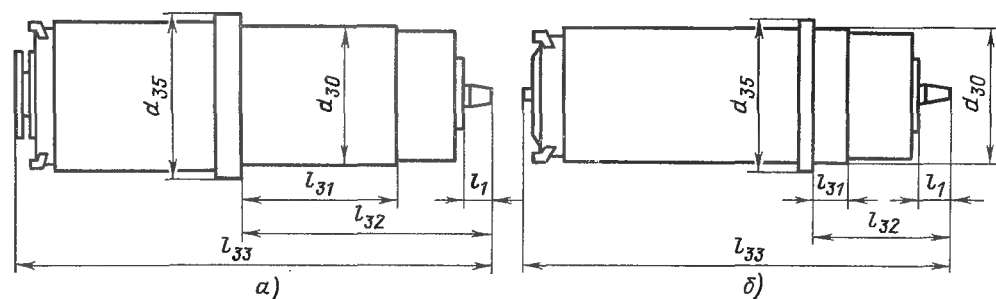
Таблица 18.37. Технические данные двигатель-тахогенераторов серии АДТ-3

Тип	Двигатель											
	U _{ном} , В	U _y , В	n _c , об/мин	C _в , мкФ	M _{тн} , нН·м	I _{тн} , А	I _{y.тн} , А	n ₀ , об/мин	U _{тр0} , В	КПД, %	J _p , 10 ⁻⁴ , кг·м ²	T _м , с
АДТ-306	40	24	500	0,8	130	0,25	0,8	360	1,5	10	96	0,3
АДТ-322	40	40	500	0,8	130	0,25	0,5	360	2,5	10	96	0,3
АДТ-398	127	40	500	0,18	130	0,14	0,5	360	2,5	10	96	0,3
АДТ-399	127	24	500	0,18	130	0,14	0,8	360	1,5	10	96	0,3
АДТ-331	40	40	750	0,75	70	0,17	0,3	520	2	15	80	0,07
АДТ-341	40	24	750	0,75	70	0,17	0,5	520	1,5	15	80	0,07

Продолжение табл. 18.37

Тип	Тахогенератор										
	U_B , В	S_n , мВ/(об/мин)	$n_{ном}$, об/мин	H , %	φ_n , угл. мин	$\delta U/T$, %/°C	$\delta \varphi/T$, угл. мин/°C	I , А	$e_{ост}$, мВ	$e_{ост.п.}$, мВ	φ , угл. град
АДТ-306	40	30	300	0,05	5	0,05	2	0,2	50	5	9
АДТ-322	40	30	300	0,05	5	0,05	2	0,2	50	5	9
АДТ-398	127	30	300	0,05	5	0,05	2	0,1	50	5	9
АДТ-399	127	30	300	0,05	5	0,05	2	0,1	50	5	9
АДТ-331	40	40	500	—	—	—	—	0,18	75	25	27
АДТ-341	40	40	500	—	—	—	—	0,18	75	25	27

Таблица 18.38. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-тахогенераторов серии АДТ-3



Тип Д-ТГ	Рис.	d_{30}	d_{35}	l_{33}	l_{31}	l_{32}	l_{37}	Масса, кг
АДТ-306, АДТ-322, АДТ-398, АДТ-399	a	35	43	124	40,5	66	6,5	0,49
АДТ-331, АДТ-341	b	35	39	105	8,5	34	6,5	0,34

18.4.19. Двигатель-генератор АДГ-124Б

В состав АДГ-124Б входят асинхронный управляемый двигатель и встроенный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя — 1, 2; управления двигателем — 3, 4; возбуждения тахогенератора — 5, 6; генераторной — 7, 8.

Крепление АДГ-124Б — фланцевое с упорным буртиком. Масса АДГ-124Б 0,7 г.

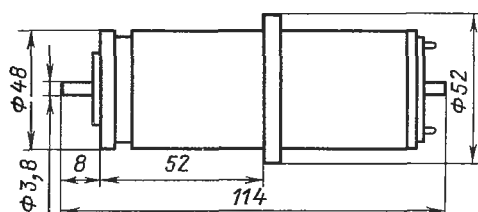


Рис. 18.29. Габаритные и установочные размеры двигатель-генератора АДГ-124Б

Режим работы — повторно-кратковременный (работа — 30 мин, перерыв — 20 мин).

Габаритные и установочные размеры двигателя-генератора АДГ-124Б показаны на рис. 18.29.

Технические данные двигатель-генератора АДГ-124Б

Двигатель

Напряжение возбуждения, В	110
Частота напряжения возбуждения, Гц	1000
Напряжение управления, В	110
Фазосдвигающая емкость цепи возбуждения, мкФ	0,25
Полезная мощность, Вт	15
Номинальная частота вращения, об/мин	10 000
Номинальный вращающий момент, 10^{-3} Н·м	15
Потребляемый ток в номинальном режиме, А:	
возбуждения	0,4
управления	0,55
Потребляемая мощность, Вт:	
возбуждения	42
управления	26
Пусковой момент, Н·м	0,02
Пусковой ток, А:	
управления	0,68
возбуждения	0,32

Генератор

Напряжение возбуждения, В	110
Частота напряжения возбуждения, Гц	1000
Потребляемый ток возбуждения, А	0,1
Крутизна выходного напряжения, мВ/об/мин	0,5
Остаточная ЭДС, мВ	50

Условия эксплуатации двигатель-генератора АДГ-124Б

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10—1000
ускорение, м/с^2	120

Ударные нагрузки, м/с^2	150
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-40 \div +70$
Относительная влажность воздуха при температуре 20°C , %	98
Гарантийная наработка, циклов	300

18.4.20. Двигатель-генераторы АДГ-327Т, АДГ-607

В состав АДГ входят асинхронный управляемый двигатель и встроенный асинхронный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток для АДГ-327Т: возбуждения тахогенератора — 1, 2; генераторной — 3, 4; возбуждения двигателя — 5, 10; управления двигателя — 6, 7 и 8, 9; АДГ-607: возбуждения двигателя — 1, 2; управления двигателем — 3, 4 и 5, 6; генераторной — 7, 8; возбуждения тахогенератора 9, 10. Напряжение питания 40 В, частота напряжения питания 1000 Гц. Крепление — фланцевое с опорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные двигатель-генераторов АДГ-327Т и АДГ-607 приведены в табл. 18.39, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.40.

Условия эксплуатации двигатель-генераторов АДГ-327Т, АДГ-607

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с^2	150
Ударные нагрузки, м/с^2	350
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-60 \div +100$
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C , %	98
Гарантийная наработка, ч:	
АДГ-327Т	550
АДГ-607	300

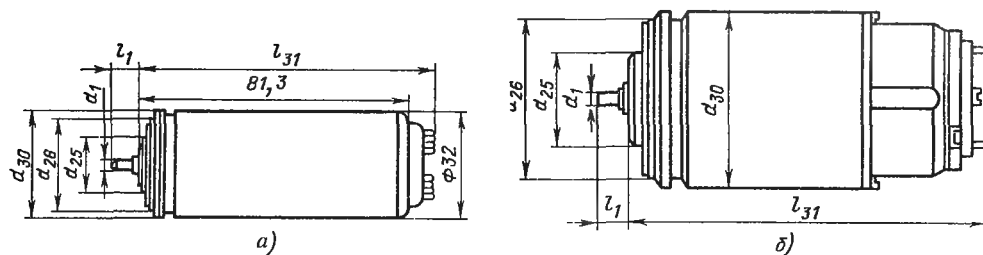
Таблица 18.39. Технические данные двигатель-генераторов АДГ-327Т и АДГ-607

Тип	Двигатель							
	U_y , В	C_B , мкФ	$M_n \cdot 10^{-4}$ Н·м	I_{1n} , А	$I_{y.л.}$, А	$U_{тр0}$, В	n_0 , об/мин	I_0 , А
АДГ-327Т	30	0,5	44	0,33	0,65	1,5	10 000	0,5
АДГ-607	24	2	294	1,3	4,5	0,5	11 500	2

Продолжение табл. 18.39

Тип	Двигатель				Тахогенератор			
	I_{y0} , А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$P_{2\text{ном}}$, Вт	τ_m , с	J_p , 10^{-6} Н·м	I , А	S , мВ(об/мин)	$e_{\text{ост}}$, мВ
АДГ-327Т	0,65	7500	1,6	0,07	3	0,13	0,45	50; 75
АДГ-607	4,5	8000	15	0,07	16	0,25	0,5	50; 75

Таблица 18.40. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-генераторов АДГ-327Т и АДГ-607



Тип	Рис.	d_{30}	d_{26}	d_{25}	d_1	l_{31}	l_{37}	Масса, кг
АДГ-327Т	а	32	29	16	3	87,6	8	0,28
АДГ-607	б	60	55	32	5	119	9	1,2

18.4.21. Двигатель-генераторы АДГ-322Т, АДГ-402

В состав АДГ-322Т, АДГ-402 входят асинхронный управляемый двигатель и встроенный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток АДГ-322Т: возбуждения тахогенератора — 1, 2; генераторной — 3, 4; возбуждения двигателя — 5, 10; управления двигателем — 6, 7 и 8, 9; АДГ-402: возбуждения двигателя — 1, 2; управление двигателем — 3, 4 и 5, 6; возбуждения тахогенератора — 7, 8; генераторной — 9, 10.

Напряжение питания АДГ-322Т, АДГ-402 40 В, частота напряжения питания 400 Гц, емкость фазосдвигающего конденсатора возбуждения двигателя 1 мкФ. Крепление —

фланцевое с упорным буртиком. Режим работы — продолжительный.

Основные технические данные АДГ приведены в табл. 18.41, габаритные и установочные размеры и масса — в табл. 18.42.

Условия эксплуатации двигатель-генераторов АДГ-322Т, АДГ-402

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 5—1000

ускорение, м/с² 100

Ударные нагрузки, м/с² 350

Температура окружающей среды, °С —60 ÷ +70

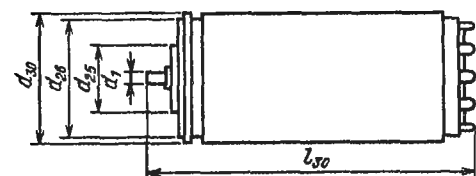
Относительная влажность воздуха, при температуре 40 °С, % 98

Гарантийная наработка, ч 5500

Таблица 18.41. Технические данные двигатель-генераторов АДГ-322Т, ДГ-402

Тип	Двигатель										Тахогенератор			
	U_y , В	$M_{\text{н}} \cdot 10^{-4}$ Н·м	$I_{\text{н}}$, А	$I_{y, \text{н}}$, А	$U_{\text{тр0}}$, В	n_0 , об/мин	$I_{\text{л0}}$, А	I_{y0} , А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	T_m , с	$J_p \cdot 10^{-7}$ кг·м ²	I , А	S , мВ/(об/мин)	$e_{\text{ост}}$ мВ
АДГ-322Т	40	54	0,25	0,4	1,5	4800	0,35	0,5	3000	0,027	30	0,12	0,5	50; 75
АДГ-402	12	142	0,25	2,5	0,4	6200	0,5	2,2	4000	0,027	60	0,12	0,5	50; 75

Таблица 18.42. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса двигатель-генераторов АДГ-322Т, АДГ-402



Тип	d_{30}	d_{26}	d_{25}	d_1	l_{30}	Масса, кг
АДГ-322Т	32	29	16	3	95,7	0,33
АДГ-402	40	37	20	4	100	0,42

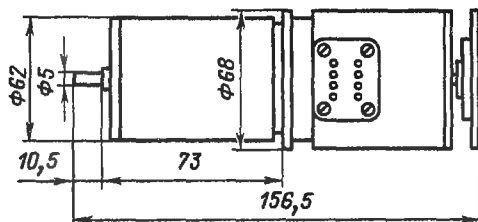


Рис. 18.30. Габаритные и установочные размеры двигатель-генераторов СМА, СМБ, СМВ

пус. Режим работы — продолжительный. Масса СМА и СМБ 1,75 кг.

Основные технические данные двигатель-генераторов приведены в табл. 18.43, габаритные и установочные размеры — на рис. 18.30.

18.4.22. Двигатель-генераторы СМА, СМБ

В состав двигатель-генераторов СМА, СМБ входят асинхронный управляемый двигатель и встроенный асинхронный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя — С1, С2; управления двигателем — С3, С4; возбуждения тахогенератора — Д1, Д2; генераторной — Д3, Д4. На одном из выходных концов вала установлен диск со шкалой. Крепление — за кор-

Условия эксплуатации двигатель-генераторов СМА, СМБ

Вибрационные нагрузки:

диапазон частот, Гц 10

ускорение, м/с² 90

Ударные нагрузки, м/с² 90

Температура окружающей среды, °С -50 ÷ +50

Относительная влажность воздуха при температуре 20°С, % 98

Гарантийная наработка, ч 3000

Таблица 18.43. Технические данные двигатель-генераторов СМА и СМБ

Тип	Двигатель										Тахогенератор			
	$U_{1 \text{ ном}}$, В	f_1 , Гц	U_y , В	n_c , об/мин	$P_{2 \text{ ном}}$, Вт	$M_{\text{тр}}$, 10 ⁻⁴ Н·м	$I_{\text{л0}}$, А	I_{y0} , А	n_0 , об/мин	$U_{\text{тр}}$, В	U_y , В	f , Гц	H , %	R_H , кОм
СМА	115	400	150	4000	10	15	1,5	0,7	3400	5	13	200	5	25
СМБ	220	50	110	3000	10	15	0,35	0,6	2750	5	13	200	5	25

18.4.23. Двигатель-генератор СМВ

В состав двигатель-генератора СМВ входят асинхронный управляемый двигатель и встроенный синхронный тахогенератор. Масса и установочно-присоединительные размеры аналогичны СМА и СМБ (рис. 18.30). Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя — $C1, C2$; управления двигателем — $C3, C4$; генераторной — $D1, D2$. Возбуждение синхронного тахогенератора осуществляется постоянным магнитом, выполненным в виде четырехполюсного ротора. Крепление двигатель-генератора — за корпус. Режим работы — продолжительный.

Технические данные двигатель-генератора СМВ

Двигатель

Напряжение возбуждения, В . . .	220
Частота напряжения возбуждения, Гц	50
Напряжение управления, В	110
Синхронная частота вращения, об/мин	3000
Частота вращения при холостом ходе, об/мин	2750
Полезная мощность, Вт	10
Напряжение трогания, В	5
Потребляемый ток при холостом ходе, А:	
возбуждения	0,35
управления	0,6

Момент статического трения, 10^{-4} Н·м	15
---	----

Генератор

Выходное напряжение, В	80
Выходное напряжение при холостом ходе, В	80—120
Номинальная частота вращения, об/мин	2100
Частота выходного напряжения, Гц	70
Сопrotивление нагрузки, кОм	12

Условия эксплуатации двигатель-генератора СМВ

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	10
ускорение, м/с^2	90
Ударные нагрузки, м/с^2	90
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	$-50 \div +50$
Относительная влажность воздуха при температуре 20°C , %	98
Гарантийная наработка, ч	3000

18.4.24. Двигатель-генератор ДТ-6Б

В состав двигатель-генератора ДТ-6Б входят асинхронный управляемый двигатель и встроенный асинхронный тахогенератор. Обозначение выводов обмоток: возбуждения двигателя — $B1, B2$; управления двигателем — $У1, У2$; возбуждения тахогенератора — $B3, B4$; генераторной — $G1, G2$. Крепление ДТ-6Б — фланцевое. Режим работы — продолжительный. Масса ДТ-6Б 0,7 кг.

Габаритные и установочные размеры приведены на рис. 18.31.

Технические данные двигатель-генератора ДТ-6Б

Двигатель

Напряжение возбуждения, В	40
Частота напряжения возбуждения, Гц	1000
Напряжение управления, В	40
Фазосдвигающая емкость цепи возбуждения, мкФ	0,68
Полезная мощность, Вт	6
Потребляемый ток при холостом ходе, А:	
возбуждения	0,9
управления	1
Частота вращения при холостом ходе, об/мин	12000
Пусковой момент, 10^{-3} Н·м	11
Напряжение трогания, В	1,5
КПД, %	25
Электромеханическая постоянная времени, с	0,15

Тахогенератор

Напряжение возбуждения, В	40
Частота напряжения возбуждения, Гц	1000

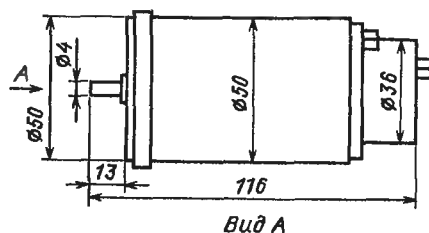


Рис. 18.31. Габаритные и установочные размеры двигатель-генератора ДТ-6Б

Потребляемый ток возбуждения, А	0,25
Крутизна выходного напряжения, мВ/(об/мин)	0,8
Остаточная ЭДС, мВ	250
Переменная составляющая остаточной ЭДС	200
Нелинейность, %	5

Условия эксплуатации двигатель-генератора ДТ-6Б

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	5—2000
ускорение, м/с ²	150
Ударные нагрузки, м/с ²	350
Температура окружающей среды, °С	130
Относительная влажность воздуха при температуре 40°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	5000

18.4.25. Двигатель-генератор АКИ/4-01-2ГД

В состав двигатель-генератора АКИ/4-01-2ГД входят асинхронный управляемый двигатель, встроенный синхронный двухфазный тахогенератор и выходная вилка РШГН-1-29-В.

Электрическая схема включения показана на рис. 18.32, габаритные и установочные размеры — на рис. 18.33. Масса АКИ/4-01-2ГД 0,23 кг.

Технические данные двигатель-генератора АКИ/4-01-2ГД

Двигатель

Напряжение, В:	
возбуждения	12
управления	12
Частота напряжения возбуждения, Гц	400
Полезная мощность, Вт	2,5
Начальный пусковой момент, 10 ⁻⁴ Н·м	45
Начальный пусковой ток, А:	
возбуждения	1,4
управления	1,4
Частота вращения, об/мин:	
при холостом ходе	19 560
номинальная	10 000
Напряжение трогания, В	2
Номинальный нагрузочный момент, 10 ⁻⁴ Н·м	25
Электрохимическая постоянная времени, с	0,15
Момент инерции ротора, 10 ⁻⁷ кг·м ²	35

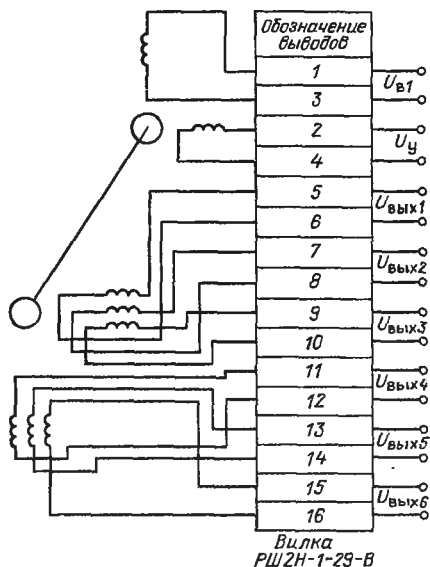


Рис. 18.32. Схема включения двигатель-генератора АКИ/4-01-2ГД

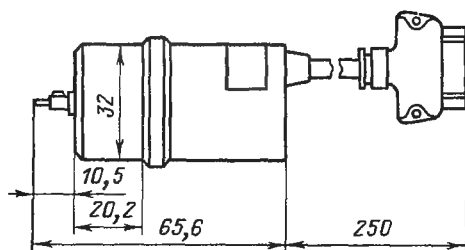


Рис. 18.33. Габаритные и установочные размеры двигатель-генератора АКИ/4-01-2ГД

Генератор

Выходное напряжение, В	19
Частота выходного напряжения, Гц	167
Сопротивление нагрузки, кОм	5,1
Коэффициент несинусоидальности выходного напряжения, %	10

Условия эксплуатации двигатель-генератора АКИ/4-01-2ГД

Вибрационные нагрузки:	
диапазон частот, Гц	1—2000
ускорение, м/с ²	200
Ударные нагрузки, м/с ²	400
Температура окружающей среды, °С	—60 ÷ +85
Относительная влажность воздуха при температуре 35°С, %	98
Гарантийная наработка, ч	300

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

РАЗДЕЛ 19

КРАНОВЫЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ

19.1. Особенности крановых и металлургических двигателей

Особенности конструкции крановых и металлургических двигателей определяются условиями эксплуатации и требованиями к их характеристикам. Двигатели работают в повторно-кратковременных или кратковременных режимах с частыми пусками в условиях повышенной тряски и вибраций. Они должны допускать широкое регулирование частоты вращения и иметь высокие пусковые и максимальные моменты. Должны также обеспечивать работу в режимах электрического торможения, включая режим противовключения.

К краново-металлургическим двигателям предъявляются повышенные требования по надежности и удобству обслуживания, в частности удобству сочленения с приводным механизмом и механическим тормозом. Двигатели, установленные в металлургических цехах, должны допускать работу при высокой (до 70 °С) температуре окружающей среды. Конструкция двигателей подъемных кранов должна обеспечивать их нормальную эксплуатацию и в закрытых помещениях, и на открытом воздухе при температуре окружающей среды до -50 °С.

В промышленности нашли применение краново-металлургические двигатели постоянного и переменного тока специальных серий, разработанных с учетом предъявляемых к ним специфических требований.

19.2. Краново-металлургические двигатели

19.2.1. Краново-металлургические двигатели постоянного тока серии Д

Двигатели серии Д (рис. 19.1) соответствуют ГОСТ 184-71 и предназначены для специализированных кранов, вспомогательных металлургических механизмов с повторно-кратковременным режимом работы, большим числом включений, широким диапазо-

ном регулирования частоты вращения (табл. 19.1).

Номинальный режим работы двигателей 60 мин, основной режим работы ПВ = 40 %. Мощность двигателей при различной продолжительности включения показана на рис. 19.2. Отношение максимальной частоты вращения к номинальной 3,5—4,9. При регулировании двигателей допустимо увеличение напряжения до 440 В относительно номинального 220 В. Среднее значение номинальной частоты вращения для тихоходного исполнения 700 об/мин, для быстроходного исполнения — 1200 об/мин. Для тихоходных двигателей допустимое число включений в час 2000, для быстроходных — 300. Отношение максимального и пускового моментов к номинальному лежит в пределах 2,7—5 (табл. 19.2). Длительность перегрузки по току якоря $3I_{\text{ном}}$ 30 с для двигателей Д12—Д32 и 60 с для двигателей Д41, Д806—Д818.

Класс нагревостойкости изоляции обмоток и коллектора Н, допустимое превышение температуры обмоток 120 °С, коллектора 110 °С. Отношение длины к диаметру якоря составляет 0,85—1,15, что обеспечивает относительно малый момент инерции якоря (см. табл. 19.1). Двигатели Д12—Д808 изготавливают с четырьмя видами возбуждения, двигатели Д810—Д818 — с тремя видами возбуждения (см. табл. 19.1). Среднее значение массы, приходящееся на максимальный момент двигателя, составляет в серии 0,48 кг/Н·м.

Основное конструктивное исполнение двигателей — закрытое, со степенью защиты IP21, универсальное по способу охлаждения: при снятых крышках люков и подводе охлаждающего воздуха продуваемые двигатели обеспечивают длительную мощность, равную мощности часового режима закрытого двигателя.

Станина двигателя выполняется стальной сварной или литой. Двигатели Д810—Д818 имеют разъемную станину (см. рис. 19.1).

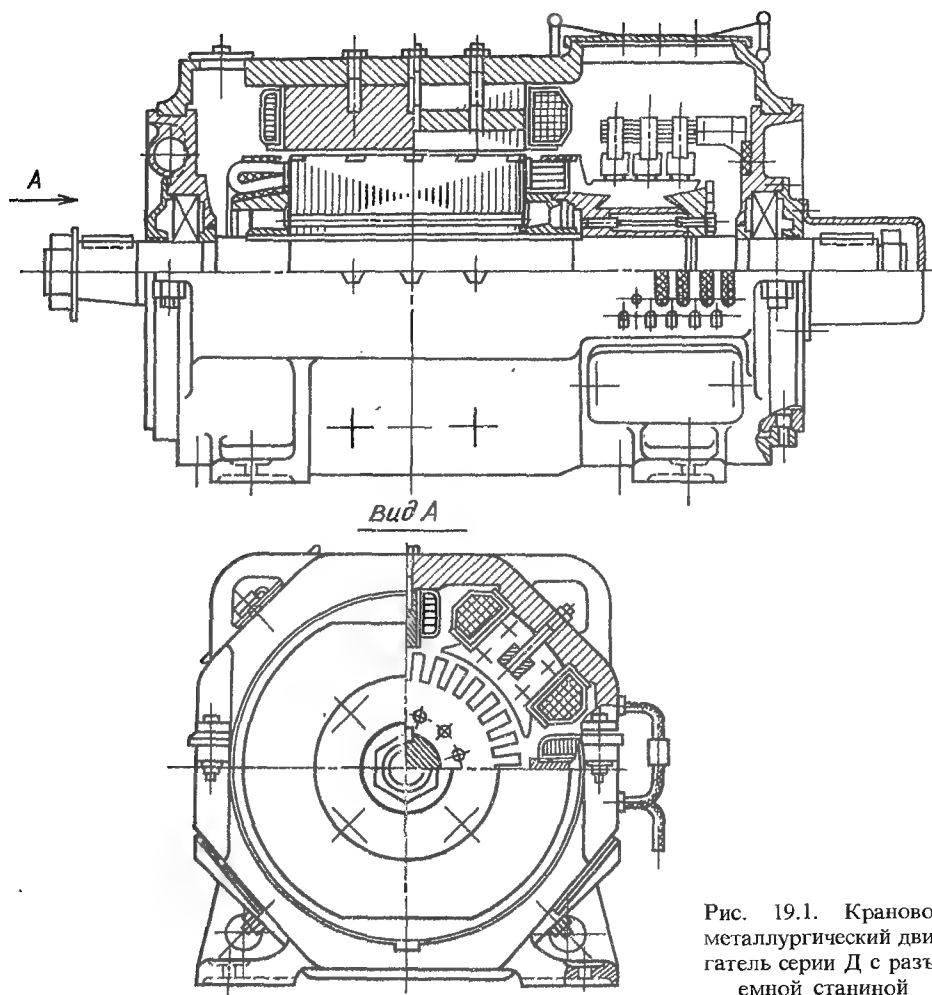


Рис. 19.1. Краново-металлургический двигатель серии Д с разъемной станиной

Стабилизирующая обмотка либо встраивается в катушку параллельного возбуждения (Д12 – Д41), либо выполняется кабелем, намотанным поверх катушки (Д806 – Д818). Обмотка якоря у двигателей Д12 – Д814 волновая, у двигателей Д816 – Д818 – лягушачья. Бандажи обмотки якоря – из стальной бандажной магнитной проволоки или стеклобандажной ленты. Коллектор – с корпусом из пластмассы АГ-4С и армирую-

Рис. 19.2. Отношение мощностей двигателей серии Д в режиме S3 при различных значениях ПВ к мощности при часовом режиме (ПВ = 100 % соответствует продолжительному режиму работы):

1 – ПВ = 15%; 2 – 25%; 3 – 40%; 4 – 60%; 5 – 100%

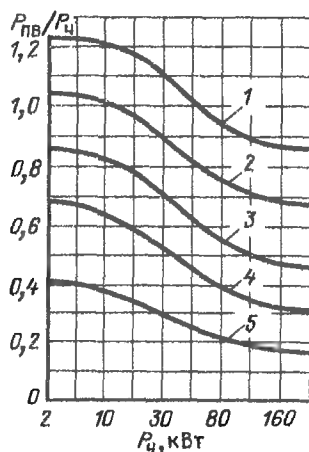


Таблица 19.1. Технические данные двигателей серии Д

Тип двигате- ля	Возбуждение										n_{max} , об/мин	$J_{я}$, кг · м ²	Коли- чество охлаж- дающе- го возду- ха, м ³ /мин	Ста- тисти- чес- кий напор, Па	Максимальный вращающий момент, Н · м при возбуждении			
	последовательное			смешанное			параллельное, параллельное со стабилизирующей обмоткой								последо- ва- тель- ном	сме- шан- ном	парал- лельном со стаби- лизирую- щей об- моткой	парал- лель- ном
	$P_{2ном}$, кВт	$I_{я,ном}$, А	$n_{ном}$, об/мин	$P_{2ном}$, кВт	$I_{я,ном}$, А	$n_{ном}$, об/мин	$P_{2ном}$, кВт	$I_{я,ном}$, А	$n_{ном}$, об/мин (со стабилизи- рующей обмоткой)	$n_{ном}$, об/мин (без стабилизи- рующей обмотки)								

Тихоходные, напряжение 220 В

Д12	2,5	16	1100	2,5	15	1175	2,5	14,6	1140	1180	3600	0,05	2,5	250	86	71	63	54
Д21	4,5	28	900	4,5	27	1050	4,5	26	1000	1030	3600	0,125	3,5	170	191	143	128	113
Д22	6	36,5	850	6	34	1050	6	33	1070	1100	3600	0,155	4,5	200	270	191	161	137
Д31	8	46,5	800	8	44,5	870	8	44	820	840	3600	0,3	6	220	382	307	280	245
Д32	12	69	675	12	66	780	12	65	740	770	3300	0,43	7	300	675	514	466	402
Д41	16	89	650	16	86,5	700	16	86	670	690	3000	0,8	8	200	930	765	686	598
Д806	22	120	575	22	116	650	22	116	635	650	2600	1	10	300	1430	1130	981	872
Д808	37	200	525	37	192	575	37	192	565	575	2300	2	13	400	2650	2150	1860	1655
Д810	55	290	500	—	—	—	55	280	540	550	2200	3,63	20	500	4210	3300	2880	2550
Д812	75	390	475	—	—	—	75	380	500	515	1900	7	27	500	6030	4850	4260	3720
Д814	110	565	460	—	—	—	110	550	490	1500	1700	10,25	35	550	9100	7350	6420	5680
Д816	150	760	450	—	—	—	150	740	470	480	1600	16,25	45	550	12 750	10 400	9120	8040
Д818	185	935	410	—	—	—	185	920	440	450	1500	27,5	50	550	17 150	14 400	12 050	10 600

Быстроходные, напряжение 220 В

Д21	5,5	33	1200	5,5	31,5	1450	5,5	31	1400	1400	3600	0,5	3,5	170	176	127	113	98
Д22	8	46	1200	8	44	1390	8,0	43,5	1450	1510	3600	0,62	4,5	300	255	193	157	137
Д31	12	67	1100	12	65	1280	12,8	64	1310	1360	3600	1,2	6	220	412	313	255	225
Д32	18	98	960	18	95	1100	18,0	94	1140	1190	3300	1,7	7	300	715	548	451	382
Д41	24	130	970	24	125	1120	24,0	124	1060	1100	3000	3,2	8	200	940	715	648	559
Д806	32	170	900	32	165	980	32,0	165	980	1000	2600	4	10	300	1320	1090	930	823
Д808	47	250	720	47	240	800	47,0	240	770	800	2300	8	13	400	2450	1960	1715	1510

Тихоходные, напряжение 440 В

Д21	4	13	1050	4	12,5	1240	4,0	12	1200	1220	3600	0,125	3,5	170	116	86	76	68
Д31	6,7	19,5	800	6,7	19	850	6,7	19	860	875	3600	0,8	6	220	265	213	176	157
Д41	15	43	660	15	40	710	15	40	695	710	3000	0,3	8	200	696	656	490	436
Д808	37	100	525	—	—	—	37	96	565	575	2300	2	13	400	2150	1800	1470	1320
Д810	55	145	510	—	—	—	55	140	550	560	2200	3,63	20	500	3280	—	2250	2010
Д812	70	180	500	—	—	—	70	176	510	520	1900	7	27	500	4260	—	3130	2750
Д814	110	280	460	—	—	—	110	274	490	500	1700	10,25	35	550	7300	—	5150	4510
Д816	150	380	460	—	—	—	150	370	480	490	1600	16,25	45	550	9810	—	7150	6320
Д818	185	467	410	—	—	—	185	460	440	450	1500	27,5	50	550	13 700	—	9600	8480

Быстроходные, напряжение 440 В

Д22	7	20,5	1180	7,0	20	1420	7	19,5	1420	1460	3600	0,155	4,5	200	181	132	113	98
Д32	17	47	970	17,0	45	1150	17	45	1150	1190	3300	0,43	7	300	534	415	338	294
Д806	32	85	900	—	—	—	32	82	980	1000	2600	1	10	300	1075	900	745	657

Примечание. В таблице приняты обозначения: $P_{2\text{ном}}$ — номинальная полезная мощность на валу; $n_{\text{ном}}$ — номинальная частота вращения; $I_{\text{я, ном}}$ — номинальный ток якоря; n_{max} — максимальная частота вращения; $J_{\text{я}}$ — момент инерции якоря.

Таблица 19.2. Кратность максимального момента двигателей серии Д

Возбуждение	Кратность максимального момента			
	при работе		при трогании с места	
	Номинальное напряжение двигателя, В			
	220	440	220	440
Последовательное	4	3,2	5	4
Смешанное	3,5	2,8	4,2	3,4
Параллельное со стабилизирующей обмоткой	3	2,4	3,5	2,8
Параллельное	2,7	2,15	3	2,4

щими стальными кольцами при диаметрах до 215 мм, при больших диаметрах — арочные коллекторы с нажимными конусами.

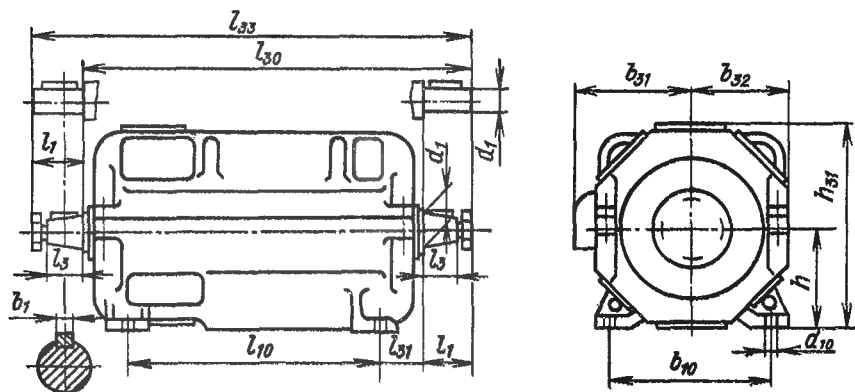
Соединение обмотки якоря с коллектором — сварное в среде инертного газа.

Щеткодержатели — литые, куковкого типа, щетки марки ЭГ-14 или 6110М прижаты к коллектору с давлением $(23 \div 30) \cdot 10^3$ Па. При номинальном режиме работы степень искрения должна быть не выше 1½ по ГОСТ 183-74, а при перегрузках не должна достигать 3.

Оба конца вала двигателя одинаковы и могут передавать момент через шестерню. Подшипники — с повышенным радиальным зазором, одинаковые с двух сторон (кроме вертикальных двигателей Д41—Д818). Средний срок службы подшипников — не менее 10—15 тыс. ч. Уровень шума закрытых двигателей соответствует 1-му классу по ГОСТ 16372-84, допустимая вибрация двигателей массой до 2000 кг на 1—2 класса выше основной шкалы ГОСТ 16921-83.

Особенности работы двигателей при питании от регулируемых преобразователей, а также подробное описание конструкции

Таблица 19.3. Габаритные размеры, мм, и масса двигателей серии Д



Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{31}	b_{32}	d_1	d_{10}	l_1	l_3	l_{10}	l_{30}	l_{31}	l_{33}	h	h_{31}	Масса, кг
Д12	8	280	185	160	28	19	60	—	220	561	115	644	160	323	130
Д21	10	300	215	185	35	19	80	—	194	665	170,5	774	180	373	200
Д22	10	300	215	185	35	19	80	—	239	710	170,5	819	180	373	225
Д31	14	390	250	225	50	26	110	—	250	752	173,5	896	225	453	310
Д32	14	390	250	225	50	26	110	—	320	822	173	966	225	453	365
Д41	16	430	305	255	65	32	105	70	299	910	209	1050	250	508	540
Д806	16	420	305	260	65	32	105	70	533	930	165	1073	250	508	635
Д808	20	476	335	290	80	32	130	90	628	1047	159	1206	280	562	885
Д810	22	520	480	320	90	32	130	90	660	1114	178	1276	315	645	1250
Д812	25	570	510	350	100	35	165	120	724	1220	172	1398	340	690	1770
Д814	28	636	545	385	120	42	165	120	813	1362	200	1543	375	762	2240
Д816	28	686	570	410	130	42	200	150	890	1502	212	1714	400	810	2860
Д818	32	760	620	460	140	48	200	150	990	1579	201	1792	450	910	3745

и технических данных приведены в [1]. Двигатели Д806—Д818 соответствуют в основном по размерам и техническим данным Публикации МЭК 34-13 (табл. 19.3). Двигатели имеют гарантийный срок 3 года и общий срок службы 20 лет. Вероятность безотказной работы при доверительной вероятности 0,8 составляет 0,98 при трех годах эксплуатации и 0,92 при 15 годах эксплуатации.

19.2.2. Краново-металлургические двигатели переменного тока серий МТ и 4МТ

Асинхронные двигатели серии МТ (табл. 19.4 и 19.5) и новой серии 4МТ предназначены для работы на подъемно-транспортных механизмах и в электроприводе механизмов металлургических агрегатов.

Двигатели МТН и 4МТН, предназначенные для работы в металлургии, а также все двухскоростные двигатели этих серий имеют класс нагревостойкости Н. Двигатели МТГ габаритов * 112—225 и 4МТГ габаритов 112—200 имеют класс нагревостойкости F.

Основное исполнение односкоростных двигателей — с фазным ротором. Двигатели габаритов 112—280 (250 для 4МТК) имеют также исполнения с короткозамкнутым ротором.

Двигатели отвечают группе условий эксплуатации МЗ по ГОСТ 17516-72. Степень защиты двигателей IP44, степень защиты коробки выводов и люков контактных колец IP54 для двигателей 4МТ. Основной

* Габарит двигателя соответствует высоте оси вращения.

Таблица 19.4. Технические данные двигателей серий МТГ и МТН с фазным ротором (50 Гц, 220/380 и 500 В, режим S3, ПВ=40 %)

Тип двигателя	$P_{2ном},$ кВт	$n_{ном},$ об/мин	$I_1, A,$ при 380 В	$\cos \varphi$	КПД, %	I_2, A	$U_{2ф},$ В	$M_{max},$ Н·м	$J_p,$ кг·м ²	Масса, кг
МТГ011-6	1,4	885	5,3	0,65	61,5	9,1	116	39	0,021	51
МТГ012-6	2,2	890	7,6	0,68	64	11,5	144	56	0,029	58
МТГ111-6	3,5	895	10,4	0,73	70	15	176	85	0,049	76
МТН111-6	3	895	10,5	0,67	65	13,2	176	83	0,049	76
МТГ112-6	5	930	14,4	0,7	75	15,7	216	137	0,068	88
МТН112-6	4,5	910	13,9	0,71	69	15,6	203	118	0,068	88
МТГ211-6	7,5	930	21	0,7	77	19,8	256	191	0,115	120
МТН211-6	7	920	22,5	0,64	73	19,5	236	196	0,115	120
МТГ (Н) 311-6	11	945	30,5	0,69	78	42	172	314	0,225	170
МТГ (Н) 312-6	15	955	38	0,73	81	46	219	471	0,313	210
МТГ (Н) 411-6	22	965	55	0,73	83,5	60	235	638	0,5	280
МТГ (Н) 412-6	30	970	75	0,71	85,5	73	255	932	0,675	345
МТН512-6	55	960	120	0,79	88	105	340	1630	1,03	520
МТН611-6	75	950	154	0,85	87	180	270	2610	3,28	810
МТН612-6	95	960	193	0,85	88	176	366	3580	4,13	930
МТН613-6	118	960	237	0,84	90	160	473	4660	5,10	1100
МТГ (Н) 311-8	7,5	696	22,8	0,68	73	21	245	265	0,275	170
МТГ (Н) 312-8	11	705	30,5	0,71	77	43	165	422	0,386	210
МТГ (Н) 411-8	15	710	42	0,67	81	48,8	206	569	0,538	280
МТГ (Н) 412-8	22	720	65	0,63	82	57	248	883	0,750	345
МТН511-8	28	705	71	0,72	83	64	281	1000	1,08	470
МТН512-8	37	705	89	0,74	85	77	305	1370	1,43	570
МТН611-10	45	570	112	0,72	84	154	185	2320	4,25	900
МТН612-10	60	565	147	0,78	85	154	248	3140	5,25	1070
МТН613-10	75	575	180	0,72	88	145	320	4120	6,25	1240
МТН711-10	100	584	246	0,69	89,5	233	272	4560	10,25	1550
МТН712-10	125	585	300	0,7	90,3	237	327	5690	12,75	1700
МТН713-10	160	586	392	0,68	91	244	408	7310	15	1900

Примечание. В таблице приняты обозначения: I_1 — ток статора; I_2 — ток ротора; $U_{2ф}$ — фазное напряжение (между кольцами ротора); M_{max} — максимальный момент; J_p — момент инерции ротора.

Таблица 19.5. Технические данные двигателей серий МТКФ и МТКН с короткозамкнутым ротором (50 Гц, 220/380, 240/415, 400 и 500 В, режим S3, ПВ = 40 %)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	I_1 , А, при 380 В	$\cos\varphi$	КПД, %	M_{max} , Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	I_1 , А, при 380 В	J_p , кг·м ²	Масса, кг
МТКФ011-6	1,4	875	5,2	0,66	61,5	41	41	15	0,02	47
МТКФ012-6	2,2	880	7,2	0,69	67	66	66	22	0,028	53
МТКФ111-6	3,5	885	9,4	0,79	72	103	102	35	0,045	70
МТКН111-6	2,5	930	8,8	0,63	68	97	96	32	0,045	70
МТКФ112-6	5	895	13,8	0,74	74	172	172	53	0,065	80
МТКН112-6	3,6	925	11,5	0,66	72	155	154	50	0,065	80
МТКФ211-6	7,5	880	19,5	0,77	75,5	216	206	78	0,11	110
МТКН211-6	7	895	20,8	0,7	73	226	216	88	0,11	110
МТКФ (Н) 311-6	11	910	28,5	0,76	77,5	383	373	130	0,213	155
МТКФ (Н) 312-6	15	930	36	0,78	81	589	579	205	0,3	195
МТКФ (Н) 411-6	22	935	51	0,79	82,5	765	706	275	0,475	255
МТКФ (Н) 412-6	30	935	70	0,78	83,5	981	932	380	0,638	315
МТКФ (Н) 311-8	7,5	690	21,8	0,71	73,5	324	314	95	0,275	155
МТКФ (Н) 312-8	11	700	29	0,74	78	500	461	150	0,388	195
МТКФ (Н) 411-8	15	695	40	0,71	80	657	638	185	0,538	255
МТКФ (Н) 412-8	22	700	60	0,69	80,5	981	932	295	0,75	315
МТКН511-8	28	695	67	0,77	83	1128	1128	336	1,08	440
МТКН512-8	37	695	87	0,78	83	1470	1390	460	1,43	540

Примечание. В таблице приняты обозначения: $M_{\text{п}}$, $I_{\text{п}}$ — пусковые момент и ток.

Таблица 19.6. Номинальная мощность, кВт, односкоростных двигателей серии 4МТ (50 Гц, режим S3, ПВ = 40 %)

Тип двигателя	$2p = 4$	$2p = 6$	$2p = 8$	$2p = 10$	Примечание
4МТН112L 4МТН112LB	3,7 5,5	2,2 3,7	— —	— —	С фазным и короткозамкнутым ротором
4МТ132L 4МТ132LB	7,5 11	5,5 7,5	— —	— —	То же, класс изоляции F и H
4МТ160L 4МТ160LB	— —	11 15	7,5 11	— —	
4МТ200L 4МТ200LB	— —	22 30	15 22	— —	
4МТН225M 4МТН225L	— —	37 55	30 37	— —	С фазным и короткозамкнутым ротором, класс изоляции, H
4МТН280S 4МТН280M 4МТН280L	— — —	75 — 110	55 75 90	45 55 75	С фазным ротором, класс изоляции H
4МТН355S 4МТН355M 4МТН355L	— — —	— — —	132 160 200	110 132 160	То же

Примечание. Номинальное напряжение между кольцами фазного ротора двигателей 4МТ112—4МТ200 равно 240 ± 36 В, двигателей 4МТ225 равно 205 ± 36 В.

Данные по четырехполюсным машинам — предварительные.

Таблица 19.7. Номинальная мощность и режимы работы двухскоростных двигателей серии 4МТ (50 Гц), режим работы S3

Тип двигателя	2р	$P_{ном}$, кВт	ПВ, %
4МТКН160L6/16	6	3,5	40
	16	1,1	15
4МТКН160LB6/16	6	5	40
	16	1,8	15
4МТКН200L6/16	6	7,5	40
	16	2,4	15
4МТКН200LB6/16	6	11	40
	16	3,5	15
4МТКН225M6/20	6	16	40
	20	3,4	15
4МТКН225L6/20	6	22	40
	20	4,5	15
4МТКН225LB6/20	6	39	40
	20	6	15

расчетный режим работы односкоростных двигателей — S3, ПВ = 40%; двухскоростных — S1, ПВ = 40 и 15% (табл. 19.6, 19.7). Отношение максимальной рабочей частоты

вращения к номинальной 2,5; для четырехполосных двигателей — 2. Кратность максимального момента для режима S3, ПВ = 40% двигателей с фазным ротором составляет: 2,3 — для двигателей мощностью до 5 кВт; 2,5 — для двигателей мощностью от 5 до 10 кВт; 2,8 — для двигателей мощностью свыше 10 кВт.

Для односкоростных двигателей с короткозамкнутым ротором кратность максимального и начального пускового моментов составляет: 2,5 — для двигателей мощностью до 8 кВт; 2,8 — для двигателей мощностью свыше 8 кВт. Кратность максимального и начального пусковых моментов для двухскоростных двигателей равна 1,8. Для всех двигателей минимальный момент в процессе пуска не должен быть меньше минимального допустимого пускового момента.

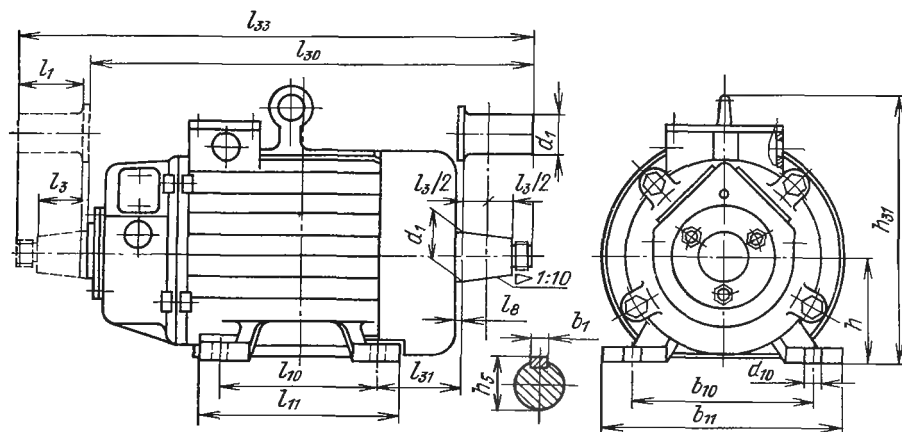
Класс вибрации двигателей в зависимости от габарита приведен в табл. 19.8. Уровень шума двигателей — по 1-му классу ГОСТ 16372-84.

Двигатели МТ имеют исполнение с независимой вентиляцией, начиная с 250-го габарита, двигатели 4МТ — с 225-го габарита. Основные размеры двигателей МТ с фазным

Таблица 19.8. Класс вибрации двигателей серий МТ и 4МТ

Габарит	112	132	160	180	200	225	250	280	315	355	400
Класс вибрации двигателей МТ	4,5	4,5	—	4,5	—	7	7	—	7	—	7
Класс вибрации двигателей 4МТ	1,8	2,8	2,8	—	2,8	4,5	—	4,5	—	4,5	—

Таблица 19.9. Габаритные размеры, мм, двигателей серий МТФ и МТН с фазным ротором



Продолжение табл. 19.9

Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	d_1	h	h_5	h_{31}	l_1	l_3	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	l_{33}
MTF011	8	180	230	28	112	31	302	60	—	150	200	515,5	132	585
MTF012	8	180	230	28	112	31	302	60	—	190	240	550,5	127	620
MTF (H)111	10	220	290	35	132	38	342	80	—	190	240	583,5	140	673
MTF (H)112	10	220	290	35	132	38	342	80	—	235	285	623,5	135	713
MTF (H)211	12	245	320	40	160	43	385	110	—	243	306	700,5	150	820
MTF (H)311	14	280	350	50	180	53	444	110	—	260	320	748	155	860
MTF (H)312	14	280	350	50	180	53,5	444	110	—	320	380	823	170	935
MTF (H)411	18	330	440	65	225	64,88	530	140	105	325	395	877	175	1027
MTF (H)412	18	330	440	65	225	64,88	530	140	105	420	480	953,5	165	1102
MTN511	20	380	500	70	250	70,38	580	140	105	310	400	1014	251	1164
MTN512	20	380	500	70	250	70,38	580	140	105	390	480	1114	271	1264
MTN611	25	520	650	90	315	90,75	770	170	130	345	446	1152	256	1335
MTN612	25	520	650	90	315	90,75	770	170	130	445	546	1252	256	1435
MTN613	25	520	650	90	315	90,75	770	170	130	540	640	1347	256	1530
MTN711	32	640	790	110	400	110,88	933	210	165	440	580	1423	323	1645
MTN712	32	640	790	110	400	110,88	933	210	165	510	650	1493	323	1715
MTN713	32	640	790	110	400	110,88	933	210	165	590	730	1573	323	1795

ротором даны в табл. 19.9. Установочно-присоединительные размеры двигателей МТКФ и МТКН с короткозамкнутым ротором унифицированы с двигателями МТФ и МТН. Установочно-присоединительные размеры двигателей серии 4МТ совпадают с аналогичными размерами двигателей единых серий соответствующих габаритов, однако концы валов двигателей 4МТ 200—4МТ 355 — конические, такие же, как концы валов двигателей серии МТ (для удобства взаимозаменяемости). Размеры двухсторонних двигателей 4МТ соответствуют размерам базовых двигателей тех же габаритов.

Двигатели можно присоединять к механизму посредством муфты или зубчатой передачи.

Гарантийный срок для двигателей с классом нагревостойкости изоляции F — 2,5 года, H — 3 года со дня ввода в эксплуатацию. Вероятность безотказной работы за гарантийный срок — не менее 0,95 для двигателей с классом нагревостойкости изоляции F и 0,97 — с классом H. Средний срок службы двигателей — не менее 20 лет.

19.3. Металлургические двигатели

В данном параграфе приведены основные технические данные роляганговых двигателей постоянного и переменного тока.

Технические данные металлургических двигателей постоянного тока большой мощ-

ности — главных приводов прокатных станов и генераторов постоянного тока для питания прокатных двигателей — приведены в т. 1 Справочника.

19.3.1. Роляганговые двигатели постоянного тока серии ДС

Двигатели серии ДС (табл. 19.10) применяются для безредукторного привода роликов прокатных станов. Двигатели выполнены на базе крановых двигателей постоянного тока серии Д (см. п. 19.2.1).

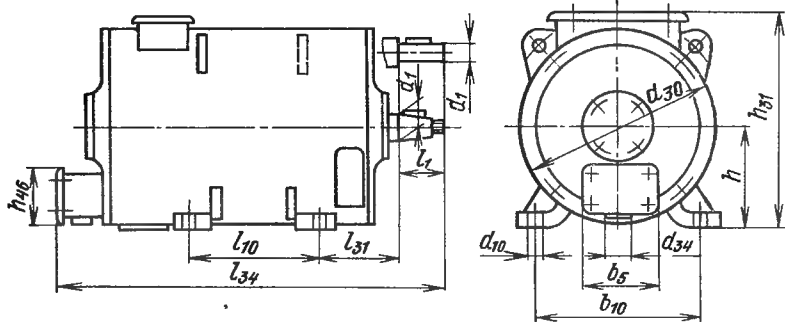
Отличительной особенностью двигателей серии ДС является пониженная частота вращения. У двигателей больших габаритов это достигается путем включения на напряжение 220 В, хотя двигатели выполнены на напряжение 440 В. При этом частота вращения снижается примерно в 2,2 раза. У двигателей меньших габаритов частота вращения снижается 3—4 раза из-за специального исполнения обмотки якоря.

Степень защиты двигателей — IP44. Двигатель ДП32С имеет исполнение IM1001, двигатель ДС808 — IM1003 и IM1004, двигатели ДС812 и ДС816 — IM1004. Коробки выводов двигателей ДП32С и ДС808 расположены на подшипниковом щите, а коллекторные люки — сверху станины. Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей ДП32 и ДС808 приведены в табл. 19.11. Размеры остальных двигателей

Таблица 19.10. Технические данные ролыганговых двигателей постоянного тока серии ДС и ДП

Тип двигателя	Исполнение по способу охлаждения	Режим работы	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	$I_{\text{ном}}$, А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	n_{max} , об/мин	Количество охлаждающего воздуха, м ³ /мин	Статистический напор, Па	Момент инерции якоря, кг·м ²	Кратковременный ток перегрузки, А	Допустимое время перегрузки по току, с
ДП32С	Закрытое Продуваемое	ПВ = 100%	5,5 3,5	220 110	30 46	1260 225	2600	— 7	— 300	0,425	120 90	30
ДС808	Закрытое	60 мин	10 20	220 440	60 54	180 400	1000	— —	— —	2	180 140	60
	То же	ПВ = 40%	8 16	220 440	47 42	195 425		— —	— —		180 140	
	Продуваемое	ПВ = 100%	10 20	220 440	60 54	180 400		13 13	350 350		180 140	
ДС812	Закрытое	60 мин	17 35	220 440	106 93	115 270	750	— —	— —	3,5	320 250	60
	То же	ПВ = 40%	13,5 28	220 440	80 74	130 290		— —	— —		320 250	
	Продуваемое	ПВ = 100%	17 35	220 440	106 93	115 270		27 27	500 500		320 250	
ДС816	Закрытое	60 мин	70 150	220 440	370 370	240 490	1200	— —	— —	16,25	1000 830	60
	То же	ПВ = 40%	35 70	220 440	175 175	260 540		— —	— —		1000 830	
	Продуваемое	ПВ = 100%	70 150	220 440	370 370	240 490		45 45	550 550		1000 830	

Таблица 19.11. Габаритные размеры, мм, и масса двигателей серии ДС и ДП для ролыгангов с коробкой выводов на подшипниковом щите



Тип двигателя	b_5	b_{10}	d_1	d_{10}	d_{30}	d_{34}	h	h_{31}	h_{46}	l_1	l_{10}	l_{30}	l_{31}	l_{34}	Форма конца вала	Масса, кг
ДП32С	170	390	50	26	432	50	225	480	100	110	320	390	173	890	Цилиндрическая	350
ДС808	170	476	80	32	550	50	280	596	100	130	628	415	159	1175	Коническая	875

Таблица 19.12. Технические данные двигателей серии АР

Тип двигателя	Синхронная частота вращения, об/мин	Скольжение при номинальной мощности, %	Номинальная мощность, кВт	Начальный пусковой момент, Н·м	Начальный пусковой ток, А	Динамическая постоянная при ПВ = 40 %, кг·м ² /ч
380 В, 50 Гц						
AP42-4	1500	17	1,1	17	8	130
AP43-4	1500	13,5	1,5	25	12,5	150
AP42-6	1000	15,4	0,9	19	7	260
AP43-6	1000	15	1,2	28	10	310
AP42-8	750	18	0,71	23	6	390
AP43-8	750	17,5	0,9	28	7,1	480
AP42-10	600	15,5	0,5	20	5,2	520
AP43-10	600	14	0,63	28	6,7	650
AP42-12	500	14	0,3	19	4	640
AP43-12	500	12	0,4	26	6	800
AP52-6	1000	15,5	2	45	15	520
AP53-6	1000	11	3	85	23,6	610
AP52-8	750	18	1,6	48	11,2	850
AP53-8	750	15	2,5	80	19	1000
AP52-10	600	13	1,3	56	11,2	1200
AP53-10	600	15,5	2	80	18	1440
AP52-12	500	12,7	1	50	10,6	1510
AP53-12	500	11	1,6	85	17	1780
AP63-8	750	10	3	106	25	1330
AP64-8	750	12	3,6	150	33,5	1600
AP63-10	600	10,5	2,4	112	23,6	2000
AP64-10	600	9	2,8	150	31,5	2400
AP63-12	500	10	1,9	106	20	2800
AP64-12	500	9	2,4	150	28	3050
AP63-16	375	11	1,4	106	19	4100
AP64-16	375	9	1,7	160	24	4500
AP73-10	600	11,5	5	240	45	3000
AP74-10	600	13	6,7	355	63	3100
AP73-12	500	11	4,2	224	40	4000
AP74-12	500	8,5	5,3	375	56	4400
AP73-16	375	11	3	224	35,5	6000
AP74-16	375	10	4	355	50	7000
AP74-30	200	8	1	190	21	14000
AP83-10	600	8	8	450	85	3530
AP84-10	600	8	10	560	118	4140
AP83-12	500	8	6,7	450	71	4880
AP84-12	500	8	8	560	95	5700
AP83-16	375	10	5	425	58	8000
AP84-16	375	9	6,3	560	80	9100
AP83-20	300	9	4	425	56	11200
AP84-20	300	9	5	560	75	12850
220 В, 20 Гц						
AP42-4	600	13	0,45	14	8	550
AP43-4	600	13	0,6	24	10	700
AP42-6	400	15	0,3	14	6	1000
AP43-6	400	14	0,45	24	9	1380

Продолжение табл. 19.12

Тип двигателя	Синхронная частота вращения, об/мин	Скольжение при номинальной мощности, %	Номинальная мощность, кВт	Начальный пусковой момент, Н·м	Начальный пусковой ток, А	Динамическая постоянная при ПВ = 40%, кг·м ² /ч
AP42-8	300	16	0,23	14	5	1300
AP43-8	300	16	0,3	24	8	1650
AP52-6	400	17,5	0,8	45	12	2500
AP53-6	400	17,5	1,25	70	14	3000
AP52-8	300	20	0,67	45	11	3500
AP53-8	300	20	0,9	70	14	4700
AP52-10	240	20	0,56	45	10	5200
AP53-10	240	20	0,75	70	14	5750
AP52-12	200	20	0,4	45	9	4400
AP53-12	200	20	0,6	70	13	6700
AP63-8	300	15	1,32	100	20	6750
AP64-8	300	15	1,9	140	28	7800
AP63-10	240	16,6	1,12	100	18	8000
AP64-10	240	16,6	1,4	140	24	10 000
AP63-12	200	17,5	0,85	100	17	10 000
AP64-12	200	17,5	1,25	140	22	12 000
AP63-16	150	20	0,50	100	14	11 000
AP64-16	150	20	0,71	130	19	12 000
AP73-10	240	16,6	2	200	35	13 700
AP74-10	240	16,6	2,8	280	40	16 300
AP73-12	200	20	1,6	200	33	15 800
AP74-12	200	20	2,36	280	37	22 500
AP73-16	150	16,6	1,12	200	24	20 500
AP74-16	150	16,6	1,6	280	34	29 000

серии ДС совпадают с размерами базовых двигателей серии Д (см. табл. 19.3).

19.3.2. Рольганговые двигатели серии AP и 2AP

Двигатели предназначены для индивидуального привода роликов рольгангов и рассчитаны на режим работы S1 или S3, ПВ = 40%; имеют исполнения с полым конусным валом со станиной без лап (индекс К в обозначении), а также фланцевое исполнение (индекс Ф). Группа условий эксплуатации М3 по ГОСТ 17516-72. Степень защиты IP44; способ охлаждения IC0040. По отдельным заказам двигатели 2AP132 и 2AP160 могут изготавливаться с водяным охлаждением.

Двигатели AP (табл. 19.12) и 2AP (табл. 19.13) выпускаются в климатических исполнениях У3 и Т2 с одинаковыми техническими данными.

Конструктивное исполнение двигателей AP — IM1001, IM1002; двигателей APФ —

IM3001; двигателей 2AP — IM1081, IM3081; двигателей APК и 2APК — со станиной без лап и с горизонтальным полым конусным валом (табл. 19.14—19.16).

Двигатели 2AP на частоты сети 25, 50 или 60 Гц, а также двигатели AP на частоты 50 и 60 Гц допускают работу в диапазоне частот от 10 до 30 Гц при пропорциональном изменении питающего напряжения. Для регулирования частоты вращения двигателей используют тиристорные преобразователи частоты.

Ненагретые двигатели AP 4—6-го габаритов выдерживают в аварийном заторможенном состоянии (короткое замыкание двигателя) 10 мин; двигатели 7-го и 8-го габаритов — 7 мин. Вибрация двигателей — до 4,5 мм/с. Допустимое число циклов пуск — торможение в час при повторно-кратковременном режиме работы без статической нагрузки

$$Z = D/(K\Sigma J),$$

где D — динамическая постоянная, кг·м²/ч; ΣJ — общий момент инерции, кг·м², равный

Таблица 19.13. Технические данные двигателей серии 2AP

Тип двигателя	Синхронная частота вращения, об/мин	Скольжение при номинальной мощности, %	Номинальная мощность, кВт	Начальный пусковой момент, Н·м	Начальный пусковой ток, А	Динамическая постоянная при ПВ = 40%, кг·м ² /ч
380 В, 50 Гц						
2AP (K) 112MA4	1500	17	0,9	13	8	120
2AP (K) 112MB4	1500	19	1,5	25	12	150
2AP (K) 112MA6	1000	16	0,67	14	5,5	280
2AP (K) 112MB6	1000	16	1,1	25	9,7	300
2AP (K) 112MA8	750	18	0,5	14	4,8	410
2AP (K) 112MB8	750	20	0,9	25	8,4	440
2AP (K) 112MA10	600	20	0,36	13	4,2	550
2AP (K) 112MB10	600	18	0,63	22	7,1	570
2AP (K) 112MA12	500	18	0,3	10	3,6	710
2AP (K) 112MB12	500	16	0,4	20	5,8	800
2AP (K) 132MA6	1000	16	2,5	45	25	450
2AP (K) 132MB6	1000	13	3	71	35	500
2AP (K) 132MA8	750	14	1,5	42	16	750
2AP (K) 132MB8	750	15	2,2	71	24	850
2AP (K) 132MA10	600	10	1,1	45	14	930
2AP (K) 132MB10	600	14	1,8	71	21	1010
2AP (K) 132MA12	500	17	0,95	40	10	1260
2AP (K) 132MB12	500	17	1,5	65	19	1330
2AP (K) 160LA8	750	13	3,2	100	27	1150
2AP (K) 160LB8	750	12	3,6	130	34	1300
2AP (K) 160LA10	600	13	2,8	100	20	1600
2AP (K) 160LB10	600	13	3	140	25	1900
2AP (K) 160LA12	500	14	2	100	19	2300
2AP (K) 160LB12	500	8	2,4	140	35	2300
2AP (K) 160LA12	375	15	1,4	100	15	3900
2AP (K) 160LB16	375	12	1,5	115	21	3900
2AP (K) 160LA8	375	15	2	100	28	3700
2AP (K) 160LB8	375	15	2,5	130	35	4000
2AP (K) 160LA10	300	17	1,6	100	19	4900
2AP (K) 160LB10	300	13	2	140	25	6200
2AP (K) 160LA12	250	16	1,2	100	19	7000
2AP (K) 160LB12	250	8	1,4	140	36	7000
2AP (K) 160LA16	187,5	12	0,7	90	15	11 000
2AP (K) 160LB16	187,5	12	0,9	115	21	11 500
2AP (K) 180LA10	300	13	3	200	46	7800
2AP (K) 180LB10	300	13	4	280	65	9000
2AP (K) 180LA12	250	16	2,4	200	39	11 000
2AP (K) 180LB12	250	12	3	280	52	12 200
2AP (K) 180LA16	187,5	9,5	1,2	200	35	15 000
2AP (K) 180LB16	187,5	9,5	1,3	220	38	17 000
2AP (K) 180A10	600	14	4,5	200	43	2500
2AP (K) 180B10	600	14	6,3	280	63	2800
2AP (K) 180A12	500	15	3,6	200	37	3650
2AP (K) 180B12	500	15	5,3	280	50	3900
2AP (K) 180A16	375	11	2,36	200	30	4850
2AP (K) 180B16	375	11	2,5	240	40	5400

Продолжение табл. 19.13

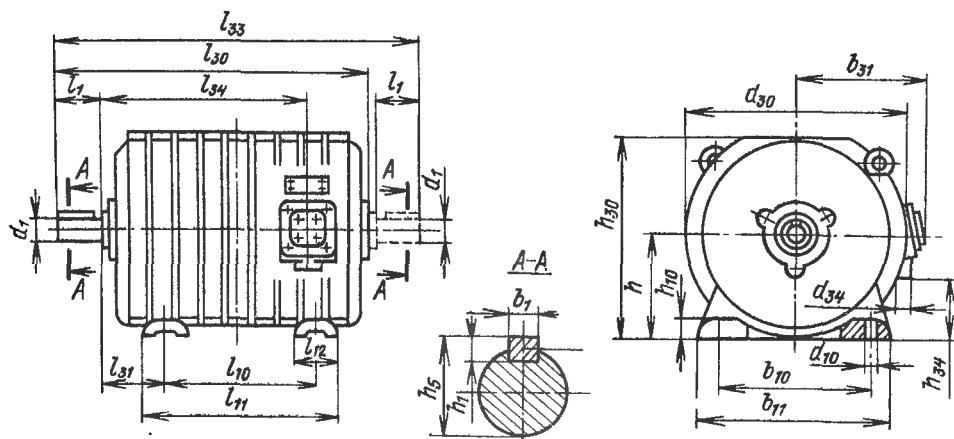
Тип двигателя	Синхронная частота вращения, об/мин	Скольжение при номинальной мощности, %	Номинальная мощность, кВт	Начальный пусковой момент, Н·м	Начальный пусковой ток, А	Динамическая постоянная при ПВ = 40%, кг·м ² /ч
2AP200LA10	600	8,3	8	360	95	3100
2AP200LB10	600	8,3	10	420	110	3500
2AP200LA12	500	7	6,7	400	85	4600
2AP200LB12	500	7	8	560	105	5500
2AP200LA16	375	7,1	5	400	80	6800
2AP200LB16	375	7,1	6,3	560	110	7200
2AP200LA20	300	5	2	320	60	7800
2AP200LB20	300	8,3	4	400	70	9800

220 В, 25 Гц

2AP (K) 112MA4	750	20	0,45	13	8	500
2AP (K) 112MB4	750	12	0,6	25	11	600
2AP (K) 112MA6	500	16	0,3	14	5,5	900
2AP (K) 112MB6	500	14	0,5	25	9	1200
2AP (K) 112MA8	375	21	0,24	14	4,5	1000
2AP (K) 112MB8	375	16	0,45	25	8	1500
2AP (K) 132MA6	500	6	0,8	45	22	1700
2AP (K) 132MB6	500	8	1,2	71	28	2000
2AP (K) 132MA8	375	15	0,95	45	16	2500
2AP (K) 132MB8	375	15	1,1	71	20	3000
2AP (K) 132MA10	300	10	0,56	45	13	3300
2AP (K) 132MB10	300	8	0,75	71	21	3600
2AP (K) 132MA12	250	10	0,4	45	12	3500
2AP (K) 132MB12	250	12	0,6	71	18	4500

Примечание. Запись 2AP (K) обозначает, что данные двигателей 2AP и 2APK одинаковые

Таблица 19.14. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей AP исполнений IM1001, IM1002 и двигателей 2AP исполнения IM1081

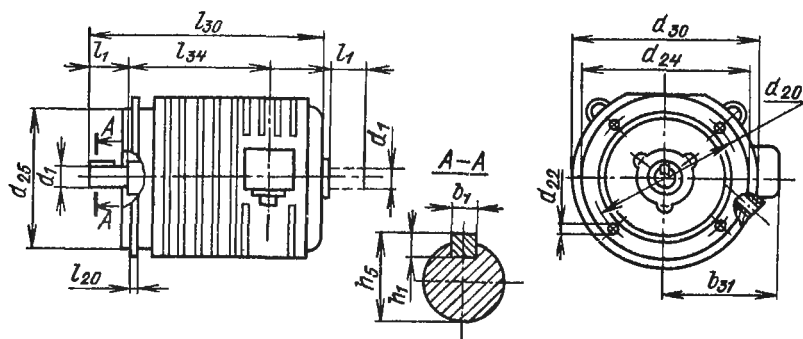


Продолжение табл. 19.14

Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{31}	d_1	d_{10}	d_{30}	d_{34}	l_1	l_{10}	l_{12}	l_{30}	l_{31}	l_{33}	l_{34}	h	h_1	h_5	h_{10}	h_{30}	h_{34}	Масса, кг
AP4	10	210	170	32	15	270	Труб.	80	150	52	475	100	556	270	125	8	35	22	240	45	65/70
AP5	12	285	205	40	19	360	1"	100	200	62	600	117	714	340	170	8	43	30	317	90	135/150
AP6	14	350	270	50	19	450	Труб.	110	270	105	630	138	766	365	200	9	53,5	35	395	105	225/250
AP7	18	400	290	60	24	510	1 1/4"	140	340	125	760	151	922	435	250	11	64	40	470	155	355/395
AP8	20	490	335	75	32	590		140	480	140	955	189	1137	605	280	12	79,5	50	535	175	650/725
2AP112	10	190	155	32	12	270	Труб.	80	140	48	396	70	478	210	112	8	35	15	227	50	49/54
2AP132	10	216	170	38	12	320	1"	80	178	50	488	89	570	300	132	8	41	20	265	65	89/100
2AP160	14	254	212	48	15	380	Труб.	110	254	60	635	108	755	380	160	9	51,5	22	320	86	165/185
2AP180	16	279	235	55	15	432	1 1/4"	110	279	65	713	121	826	445	180	10	59	28	360	106	250/280
2AP200	20	318	256	75	19	475		140	305	100	860	133	1001	600	200	12	79,5	32	400	130	400/430

Примечание. Значения массы даны для двух длин сердечника статора.

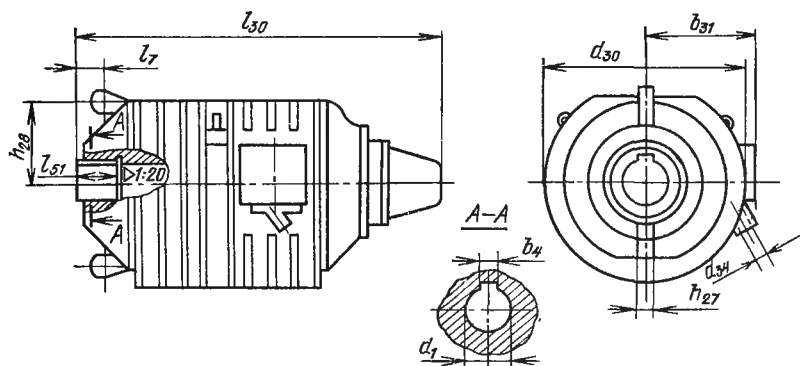
Таблица 19.15. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей APФ исполнения IM3001 и 2AP исполнения IM3081



Тип двигателя	b_1	b_{31}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	d_{30}	l_1	l_{20}	l_{30}	h_1	h_5	Масса, кг
APФ4	10	160	32	185	15	220	150	270	80	4	475	8	35	65/70
APФ5	12	190	40	255	19	305	215	360	110	4	600	8	43	135/150
APФ6	14	235	50	350	19	400	300	450	110	5	630	9	53,5	225/250
APФ7	18	255	60	400	19	450	350	510	140	5	760	11	64	355/395
2AP112	10	155	32	265	15	300	230	270	80	4	396	8	35	49/54
2AP132	10	170	38	300	19	350	250	320	80	5	488	8	41	89/100
2AP160	14	212	48	300	19	350	250	380	110	5	635	9	51,5	165/185
2AP180	16	235	55	350	19	400	300	432	110	5	713	10	59	250/280

Примечание. См. примечание к табл. 19.14.

Таблица 19.16. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей типа АРК и 2АРК со станиной без лап и с горизонтальным полым конусным валом



Тип двигателя	b_4	b_{31}	d_1	d_{30}	d_{34}	l_7	l_{30}	l_{51}	h_{27}	h_{28}	Масса, кг
АРК4	14	160	50	270	Труб. 1"	29,5	545	62	18	90	70/75
АРК5	16	190	70	360	Труб. 1"	20	545	75	24	118	140/155
АРК6	18	235	80	450	Труб. 1 1/4"	32,5	720	115	25	160	230/255
АРК7	20	255	95	510	Труб. 1 1/4"	27,5	810	120	27	183	360/400
2АР112	18	155	50	270	Труб. 1"	29,5	465	62	18	99	54/58
2АР132	24	170	70	320	Труб. 1"	29,5	565	75	24	118	94/105
2АР160	25	212	80	380	Труб. 1 1/4"	32,5	690	115	25	160	175/195
2АР180	27	235	90	432	Труб. 1 1/4"	27,5	725	120	27	183	260/295

Примечание. См. примечание к табл. 19.14.

сумме моментов инерции ротора и механизма, приведенного к валу ротора; K — коэффициент, равный 4 при торможении противовоком, 2 при динамическом торможении, 1 при самоторможении.

Двигатели допускают использование зубчатой передачи с минимальным началь-

ным диаметром шестерни $2,5d_1$. Гарантийный срок на двигатели — 3 года с начала эксплуатации при гарантийной наработке не более 12 000 ч (для АР84 — 10 000 ч), средний срок службы — не менее 15 лет, вероятность безотказной работы 0,95 при указанной наработке.

РАЗДЕЛ 20

ТЯГОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

20.1. Особенности тяговых электрических машин

К тяговым электрическим машинам относятся двигатели движения железнодорожного, безрельсового и напольного транспорта, подъемно-транспортных машин, самоходных кранов, а также генераторы подвижного состава с дизель-электрическим при-

водом. Условия монтажа тяговых двигателей и ограниченное место для их размещения привели к специфичности конструкций этих машин (ограниченные диаметры и длина, многогранные станины, специальные устройства для крепления двигателей и т. п.).

Тяговые двигатели железнодорожного транспорта, трамваев, троллейбусов, а также двигатели мотор-колес автомобилей экс-

платируются в сложных погодных условиях, в загрязненном пылью и влажном окружающем воздухе. В отличие от двигателей общего назначения тяговые машины работают в самых разнообразных режимах (кратковременных, повторно-кратковременных с частыми пусками), сопровождающихся широким изменением частоты вращения и нагрузки по току, который при трогании с места может в 2 раза превышать номинальный. В несколько лучших с точки зрения влияния окружающей среды условиях эксплуатируются генераторы и преобразователи, установленные на тепловозах.

Тяговые двигатели рудничных электровозов кроме общих требований, предъявляемых к тяговым машинам, должны удовлетворять также требованиям ГОСТ, относящимся к взрывозащищенному электрооборудованию.

20.2. Тяговые электрические машины для тепловозов

Тяговые электрические машины для тепловозов (ГОСТ 2582-81) подразделяют по назначению на тяговые двигатели, тяговые генераторы и агрегаты и вспомогательные электрические машины.

По роду тока тяговые машины могут быть постоянного и переменного тока.

20.2.1. Тяговые генераторы постоянного тока серии ГП для тепловозов

Тяговые генераторы постоянного тока серии ГП (табл. 20.1) предназначены для эксплуатации на тепловозах с электропередачей постоянного тока и служат для питания тяговых электродвигателей. Генераторы временно используются в качестве пусковых электродвигателей для запуска дизелей с питанием от аккумуляторной батареи. Основной режим работы генераторов S1. Климатическое исполнение и категория размещения У2 и Т2 по ГОСТ 15150-69. Генераторы допускают эксплуатацию при температуре окружающей среды от -50 до $+40$ °С при годовой среднесуточной температуре $+25$ °С.

Генераторы выпускаются в защищенном исполнении с принудительной вентиляцией или самовентиляцией. Все типоразмеры генераторов имеют одну и ту же конструкцию и отличаются друг от друга габаритными размерами, техническими данными и спецификой исполнения в зависимости от назначе-

Таблица 20.1. Технические данные генераторов постоянного тока серии ГП

Типоразмер генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	КПД, %	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
ГП-311ВУ2	2000	465 700	4320 2870	94,2	850	8700
ГП-311ВУ2	2000	465 635	4320 3150	94	750	9000
ГП-312У2	1270	356 570	3570 2230	94,5	750	7400
ГП-312Т2	1050	310 520	3390 2020	93	750	7400
ГП-300ВУ2	780	645 870	1210 900	94	750	4800
ГП-300БТ2	700	584 780	1200 896	94	750	4800
ГП-319АУ2	955	516 870	1845 1100	93,6	1000	4300

ния тепловозов, для которых они предназначены.

Вращающий момент передается якору генератора от коленчатого вала дизеля. Сердечник якоря набран из сегментированных или цельных листов электротехнической стали. Сердечники якоре с достаточно большой длиной разделены вентиляционными распорками, образующими радиальные вентиляционные каналы. Коллектор арочного типа.

Обмотка якоря — петлевая двухслойная; из медного провода прямоугольного сечения.

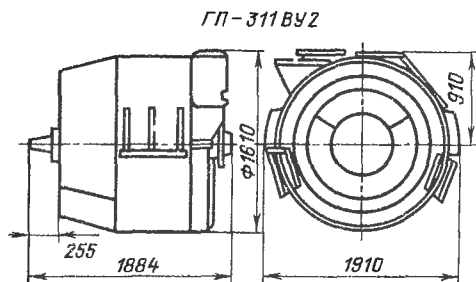
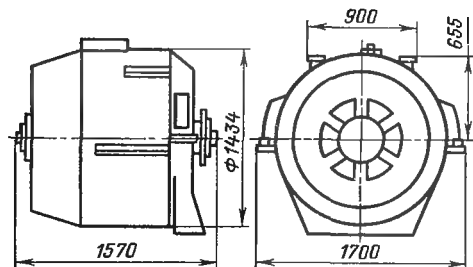
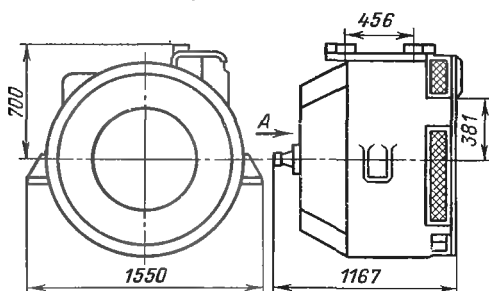


Рис. 20.1. Габаритные и установочно-присоединительные размеры генераторов ГП-311ВУ2, ГП-312А2, ГП-312Т2, ГП-300ВУ2, ГП-300БТ2, ГП-319А

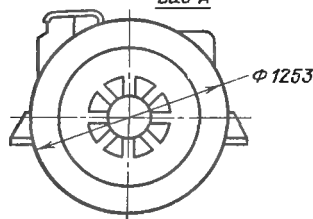
ГП-312 А2, ГП-312 Т2



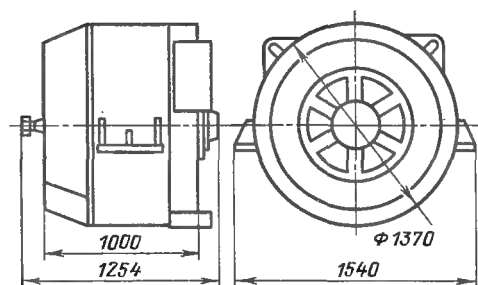
ГП-300 БУ2, ГП-300 БТ2



Вид А



ГП-319А



Продолжение рис. 20.1

Якорь с обмоткой пропитан терморезистивным лаком и покрыт эмалью.

Станина — цилиндрическая с опорными лапами по бокам. К станине болтами крепятся шихтованные главные полюсы, на которых размещены обмотки независимого и последовательного (для пуска дизеля) воз-

буждения. Обмотка независимого возбуждения — многослойная, выполнена из прямоугельного провода. Катушки пусковой обмотки — однослойные или многослойные из медной шины, намотанной на ребро или плашмя.

Добавочные полюсы, крепящиеся к станине болтами, изготовлены цельными из толстолистовой стали. Обмотка добавочных полюсов — однослойная из голой прямоугельной медной шины, намотанной на ребро.

Устройство токосъема собрано на отдельном жестком кольце, закрепленном на подшипниковом щите и выполняющем роль поворотной траверсы с приводом от зубчатой шестерни. Нажимное устройство щеткодержателей обеспечивает требуемое нажатие на щетку без подрегулирования в процессе эксплуатации.

На подшипниковом щите имеются съемные крышки для осмотра и обслуживания щеточно-коллекторного узла и других узлов генератора.

Общий вид, габаритные и установочно-присоединительные размеры генераторов приведены на рис. 20.1.

20.2.2. Синхронные генераторы серии ГС для тепловозов

Синхронные тяговые генераторы серии ГС (табл. 20.2) предназначены для эксплуатации на тепловозах с электрической передачей переменного-постоянного тока и служат для питания тяговых электродвигателей постоянного тока через выпрямительную установку. Режим работы — продолжительный S1, климатическое исполнение и категория размещения У2 и Т2 по ГОСТ 15150-69, группа условий эксплуатации М25 по ГОСТ 17516-72.

Генераторы выполнены в защищенном исполнении с принудительной нагнетательной вентиляцией. Корпус — сварной цилиндрический с опорными лапами в средней части для установки и крепления на поддизельной раме.

Сердечник статора изготовлен из сегментированных листов электротехнической стали. Обмотка статора соединена в звезду. Сердечники полюсов явнополюсного ротора набраны из листов конструкционной стали.

Со стороны контактных колец генераторы имеют свободный конец вала для подсоединения механизмов тепловоза, а с противоположной стороны на валу имеется

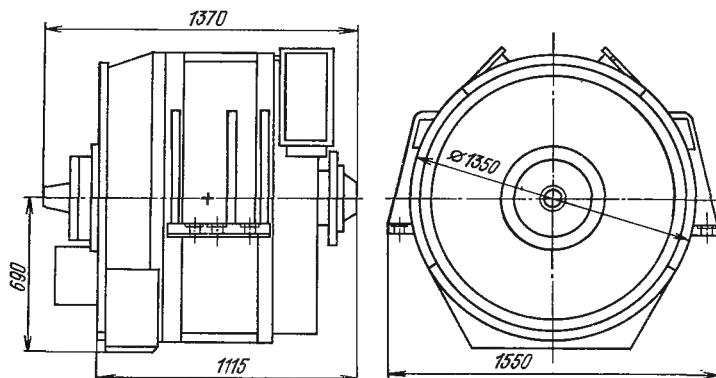


Рис. 20.2. Габаритные и установочно-присоединительные размеры генератора ГС-515

Таблица 20.2. Технические данные синхронных тяговых генераторов серии ГС

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Частота, Гц	Масса, кг
ГС-501АУ2	2800	360	2×2400	1000	95	100	6000
		580	2×1500		95,8		
ГС-501АТ2	1850	345	2×1700		95		
		535	2×1100		95		
ГС-515У2	1400	175	2×1540		95		
		280	2×2500		95,5		

фланец для соединения генератора с коленчатым валом дизеля через пластинчатую муфту.

Пружины щеткодержателей — рулонного типа с постоянным нажатием на щетки без дополнительной регулировки в процессе эксплуатации.

Общий вид синхронного тягового генератора с габаритными и установочно-присоединительными размерами приведен на рис. 20.2.

20.2.3. Тяговые агрегаты для тепловозов

Тяговые агрегаты (табл. 20.3) предназначены для преобразования механической энергии дизеля в электрическую и питания тяговых электродвигателей, электродвигателей приводов вспомогательных механизмов тепловоза, цепей возбуждения генераторов.

Режим работы — продолжительный S1. Климатическое исполнение и категория размещения — УХЛ2 и У2 по ГОСТ 15150-69. Группа условий эксплуатации — М25 по ГОСТ 17516-72.

Агрегат состоит из двух электрических машин — синхронного тягового генератора и вспомогательного генератора, объединенных в общем корпусе. Корпус имеет лапы для установки агрегата на поддизельной раме. Роторы обоих генераторов явнополусные и расположены на общем валу. Агрегат выполнен в защищенном исполнении с независимой вентиляцией. Выпрямительная установка размещается на специальных подшипниках. Агрегат устанавливается в кузове тепловоза. Место для его монтажа должно обеспечивать свободный доступ для технического обслуживания, а также для смены щеток и подшипника (при необходимости) без снятия агрегата с тепловоза.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры агрегата А714А приведены на рис. 20.3.

20.2.4. Тяговые двигатели для тепловозов

Тяговые электродвигатели (табл. 20.4) предназначены для привода колесных пар тепловоза. Режим работы — продолжитель-

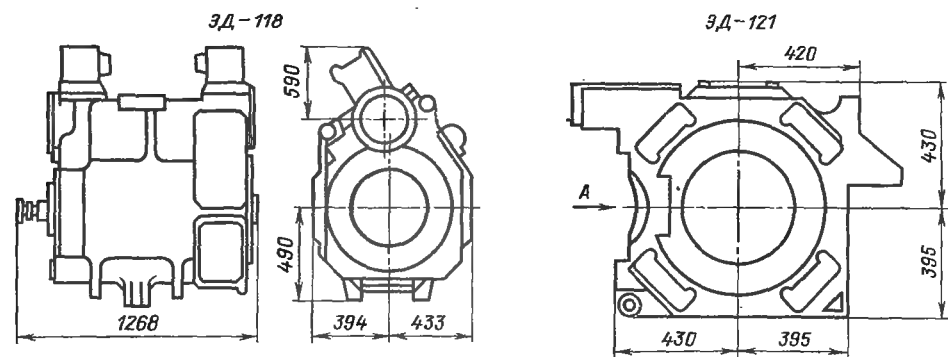


Рис. 20.4. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭД-118, ЭД-121

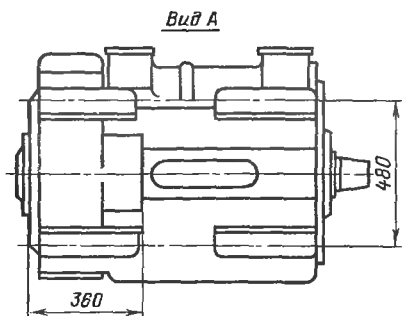
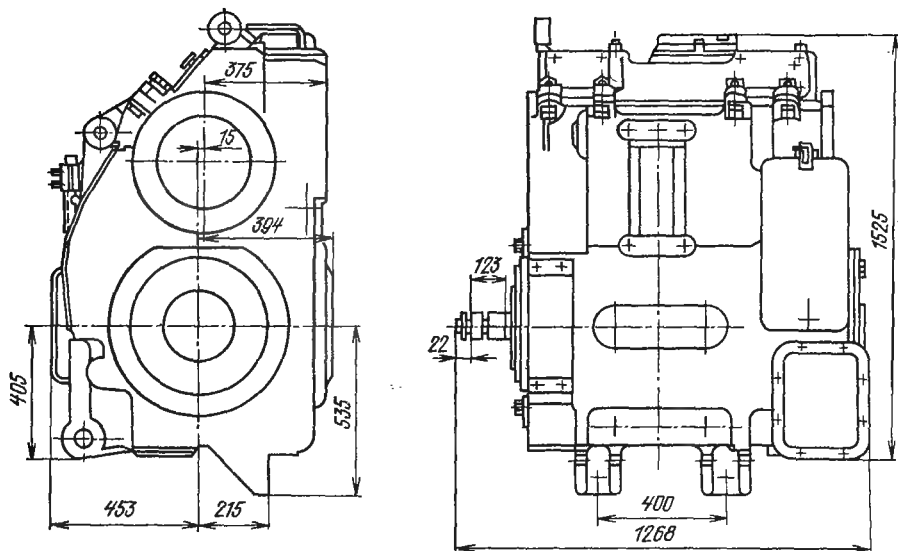


Рис. 20.5. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ЭД-108А



Обмотка якоря — петлевая, класс нагревостойкости Н. Катушки полюсов имеют изоляцию монолит-2. Полосы крепятся к станине болтами. Коллектор — арочного типа. Конструкция щеткодержателей предусматривает фиксацию положения конца пружины для удобства осмотра и замены щеток.

Изоляция электродвигателей влагоустойчивая и обеспечивает их надежную работу при резких перепадах окружающей температуры (30 °С в течение 2—3 ч).

Общий вид, габаритные и установочно-присоединительные размеры некоторых тяговых электродвигателей для тепловозов приведены на рис. 20.4, 20.5.

В процессе эксплуатации тяговых электрических машин для тепловозов необходимо периодически удалять загрязнения с их внутренних и наружных частей, своевременно очищать фильтры на входе охлаждающего воздуха, добавлять свежую смазку в подшипники, заменять изношенные щетки новыми, следить, чтобы не засорялись дренажные отверстия.

Таблица 20.4. Технические данные тяговых двигателей

Тип двигателя	$P_{2ном}, кВт$	$U_{ном}, В$	$I_{ном}, А$	$n_{ном}, об/мин$	КПД, %	Масса, кг
ЭД-120А	411	$\frac{512}{750}$	$\frac{880}{600}$	$\frac{657}{2320}$	91,1	3000
ЭД-121	411	$\frac{515}{750}$	$\frac{880}{600}$	$\frac{645}{2320}$	91,1	2950
ЭД-120	230	$\frac{381}{700}$	$\frac{698}{376}$	$\frac{3050}{1870}$	87,5	1700
ЭД-108А	305	$\frac{475}{635}$	$\frac{700}{325}$	$\frac{610}{1870}$	91,7	3350
ЭД-125	410	$\frac{536}{750}$	$\frac{840}{600}$	$\frac{650}{2350}$	91,1	3250
ЭД-118	305	$\frac{463}{700}$	$\frac{720}{476}$	$\frac{585}{2500}$	91,6	3100

Примечание. Крепление электродвигателей ЭД-125 и ЭД-118 опорно-осевое, остальных — опорно-рамное.

20.2.5. Тяговые электрические машины различного назначения для тепловозов

В настоящее время находится в эксплуатации и выпускается ряд электрических машин для тепловозов, технические данные которых не полностью удовлетворяют возросшим требованиям. В табл. 20.5 даны краткие сведения об этих машинах. Производство их постепенно сокращается и к 1991 г. будет прекращено.

Таблица 20.5. Технические данные тяговых электрических машин, выпуск которых будет прекращен к 1991 г.

Тип изделия	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин
Генераторы постоянного тока: ГП-405А	15	110	$\frac{810}{2150}$
МПТ 49/25	204	$\frac{560}{720}$	1500
Возбудители и подвозбудители: Возбудитель главного генератора А-710	26	$\frac{215}{287}$	$\frac{2450}{3300}$
Возбудитель генератора отопления агрегата А-710	19,3	$\frac{170}{275}$	$\frac{2100}{3300}$
МВТ 25/4	5,75	75	$\frac{2150}{810}$
ГТ 275/120	12	75	$\frac{850}{1800}$
МВТ 25/9	5,6	75	2150
ВС-650	26	$\frac{215}{287}$	$\frac{2450}{3500}$
ВС-652 В-600	$\frac{0,55}{22,5}$	$\frac{3950}{180}$	$\frac{110}{1820}$
Генератор синхронный ГС-507	$\frac{545}{745}$	$\frac{354}{480}$	$\frac{630}{1000}$

20.3. Тяговые двигатели для электровозов

Тяговые двигатели для электровозов (ГОСТ 2582-81) представляют собой шести-полюсные электрические машины постоян-

Условия эксплуатации в части воздействия механических факторов внешней среды: двигатели для метро — М26, для троллейбусов — М28, для трамваев — М29 по ГОСТ 17516-72.

Обмотки двигателей имеют изоляцию

Таблица 20.6. Технические данные тяговых двигателей для электровозов

Тип двигателя	Назначение	Мощность часовая, кВт	Напряжение на коллекторе, В	Частота вращения, об/мин	Ток часовой, А	КПД, %	Масса, кг	Удельная материалоемкость, кг/кВт
ТЛ2К1	Электровозы постоянного тока ВЛ10У, ВЛ11	670	1500	790	480	93,4	5000	7,5
НБ-418 К6	Электровозы переменного тока ВЛ80Р, ВЛ80С	790	950	890	880	94,5	4350	5,5
ДТ9Н	Агрегаты тяговые постоянного и переменного тока ПЭ2М, ОПЭ1Б	465	1500	670	330	92,6	4600	10,1
НБ-511	То же	460	1500	670	330	93	4600	10,0
НБ-507	Электровозы переменного тока ВЛ85	930	1000	670	985	94,7	4700	5,05
НБ-412П	Агрегат тяговый ОПЭ1	575	1100	570	565	—	4950	8,52

ного тока с последовательным возбуждением и компенсационной обмоткой. Двигатели предназначены для опорно-осевого подвешивания и применяются на магистральных электровозах и на электроподвижном составе карьерного транспорта.

Тяговый двигатель НБ-507 разработан в климатическом исполнении ХЛ для магистральных электровозов, предназначенных для эксплуатации на Байкало-Амурской магистрали.

Основные технические данные тяговых двигателей для электровозов приведены в табл. 20.6.

20.4. Тяговые двигатели для городского транспорта

Для различных видов городского электрифицированного транспорта применяются тяговые двигатели (табл. 20.7), соответствующие требованиям ГОСТ 2582-81. Технические данные двигателей приведены в табл. 20.8.

Двигатели выполняются со степенью защиты IP20, с самовентиляцией при подаче воздуха со стороны коллектора.

классов нагревостойкости F (катушки полюсов) и H (якорь) на напряжение 600 В — для троллейбусов и трамваев, 825 В — для метро.

Средний уровень звука двигателей (по шкале А) для метро — не более 88 дБ при 1500 об/мин, для троллейбусов — не более 98 дБ при 2500 об/мин, для трамваев — по ГОСТ 16372-84 при номинальной частоте вращения.

Таблица 20.7. Применение тяговых двигателей для городского электротранспорта

Тип двигателя	Вид и тип подвижного состава
ДК117БМ	Метрополитен, вагон типа «И»
ДК117ВМ	То же, экспортное исполнение для колеи 1435 мм
ДК117ДМ	То же, вагоны типов 81-714 и 81-717 для колеи 1520 мм
ДК210А3	Троллейбус типа ЗиУ-682В
ДК210Б3	То же типа ЗиУ-У682В
ДК211А, АМ	То же типа ЗиУ-684
ДК211Б, БМ	То же типа ЗиУ-682В1
ДК259ГЗ	Трамвай типа 71-605 или ЛМ-68М
ДК261А	То же типа 71-267
ДК261Б	То же типа ЛВС-80

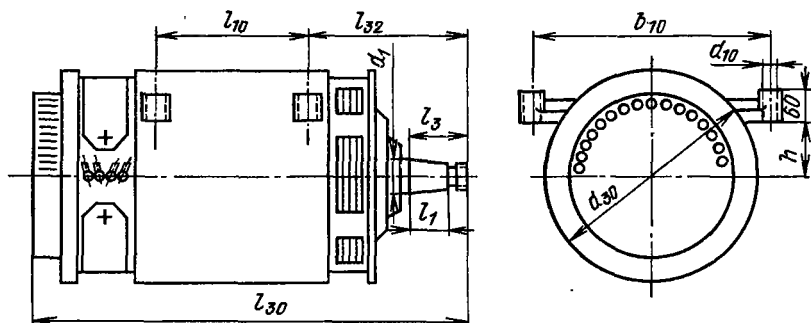


Рис. 20.6. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ДК210 и ДК211. Размеры, мм, приведены в таблице

Тип двигателя	b_{10}	d_1	d_{10}	d_{30}	l_1	l_3	l_{10}	l_{30}	l_{32}	h
ДК210	620	55	22	528	73	98	360	997	313	130
ДК211	650	62	22	590	73	98	360	1000	313	130

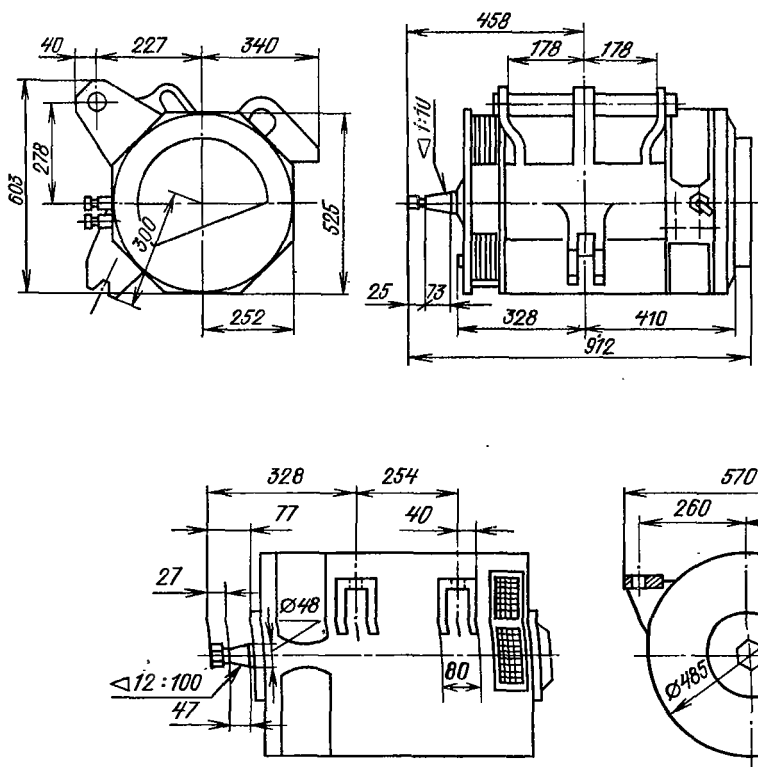


Рис. 20.7. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ДК117 для вагонов метрополитена

Рис. 20.8. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ДК261 для трамвая

Таблица 20.8. Технические данные тяговых

Тип двигателя	Номинальная мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин		Способ возбуждения	Ток якоря, А, в режиме	
			номинальная	наибольшая		60 мин	продолжительном
ДК117М	112	$\frac{375}{750}$	1480	3600	Последовательное	330	280
ДК210А3/Б3	110	550	1500	3900	Смешанное	$\frac{220}{225}$	185
					Последовательное		
ДК211А/Б	150	550	$\frac{1750}{1860}$	3900	Последовательное	300	250
ДК211АМ/А1М	170	$\frac{550}{600}$	$\frac{1520}{1650}$	3900	То же	340	300
	185						
ДК211БМ/Б1М	$\frac{170}{185}$	$\frac{550}{600}$	$\frac{1600}{1740}$	3900	» »	340	300
ДК259Г3	45	$\frac{275}{550}$	1200	4060	Смешанное	190	160
ДК261А/Б	60	$\frac{275}{550}$	$\frac{1650}{1500}$	4060	Последовательное	250	200
					Смешанное		

* Разрезные щетки.

Таблица 20.9. Показатели надежности тяговых двигателей для городского транспорта

Показатель	ДК117	ДК210	ДК211	ДК259	ДК260, ДК261
Наработка на отказ, тыс. км	2000	400	400	1400	1600
Вероятность безотказной работы до первой плановой разборки	0,92	0,85	0,88	0,95	0,96
Ресурс до первого капитального ремонта, тыс. км	2000	390	450	280	675
Установленный срок службы до списания, лет	18	14	14	18	18

Класс вибрации — 4,5 по ГОСТ 16921-83, причем для двигателей метро вибрация контролируется при 3600 об/мин.

Расчетный номинальный режим работы 60 мин.

На вагонах трамваев и метро двигатели соединены попарно-последовательно, поэтому напряжение на коллекторе в 2 раза ниже напряжения сети. Для удобства обслуживания двигатели трамваев имеют только по два пальца щеткодержателей, расположенных в нижней части станины.

Показатели надежности двигателей приведены в табл. 20.9.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры даны на рис. 20.6—20.8.

Двигатель ДК117Б имеет специальную подвеску, отличную от подвески двигателя ДК117Д. Двигатель ДК117В уменьшен в осевом направлении за счет подшипниковых узлов и внутренней резьбы на коническом конце вала.

Все двигатели являются специализированными и должны применяться только для

двигателей для городского транспорта

Допустимое отклонение части вращения от номинальной, %	Размеры щетки, мм	Число щеток на двигатель	Подшипники		Масса, кг
			Сторона привода	Противоположная сторона	
± 4	$(2 \times 10) \times 32 \times 42^*$	8	80—413	30—32310М	760
± 6	$20 \times 32 \times 50$	8	80—413	30—32310АЛ1	680
± 6	$(2 \times 10) \times 32 \times 50^*$	8	70—413	30—32310АЛ1	900
± 6	$(2 \times 10) \times 32 \times 50^*$	8	70—413	30—32310АЛ1	900
± 6	$(2 \times 10) \times 32 \times 50^*$	8	70—413	30—32310АЛ1	900
± 4	$25 \times 32 \times 50$	4	30—32310АЛ1	70—410	450
± 4	$25 \times 32 \times 50$	4	30—32310АЛ1	70—410	465

подвижного состава городского электро-транспорта.

20.5. Двигатели для самоходных кранов и электропоездов

В табл. 20.10 приведены основные технические данные часового режима работы (S2) двигателей постоянного тока для приводов самоходных кранов и электропоездов. Двигатель ДК309А используется как двигатель передвижения, а ДК309Б — как двига-

тель привода лебедок. Все двигатели выполняются в соответствии с ГОСТ 2582-81.

Двигатели имеют четыре главных и четыре дополнительных полюса. Станины двигателей ДК309 (рис. 20.9) цилиндрические, сварные. Станины двигателей для электропоездов восьмигранные, отлиты из стали 25Л1. Катушки двигателей для электропоездов вместе с полюсами пропитаны в эпоксидном компаунде и образуют монолитную конструкцию. Коллектор — арочного типа. Обмотка якоря двигателя

Таблица 20.10. Технические данные двигателей приводов для самоходных кранов и электропоездов

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	$I_{\text{ном}}$, А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	n_{max} , об/мин	Степень защиты	Масса, кг	Назначение
ДК309А	43	190	260	1060	3100	IP12	450	Дизель-электрический самоходный кран КС-5363
ДК309Б	50	220	260	1500	3100	IP12	450	
РТ-51М	180	825	240	1200	2080	IP54	2000	Электропоезд ЭР-9М
ИДТ.8.1	210	825	280	1410	2150	IP54	2050	То же ЭР-31
ИДТ.001	215	750	320	1840	2630	IP54	1450	То же ЭР-200
ИДТ.003.4	225	750	330	1290	2240	IP54	2300	То же ЭР-2Р

Примечание. Возбуждение двигателя Д309Б параллельное, остальных — последовательное.

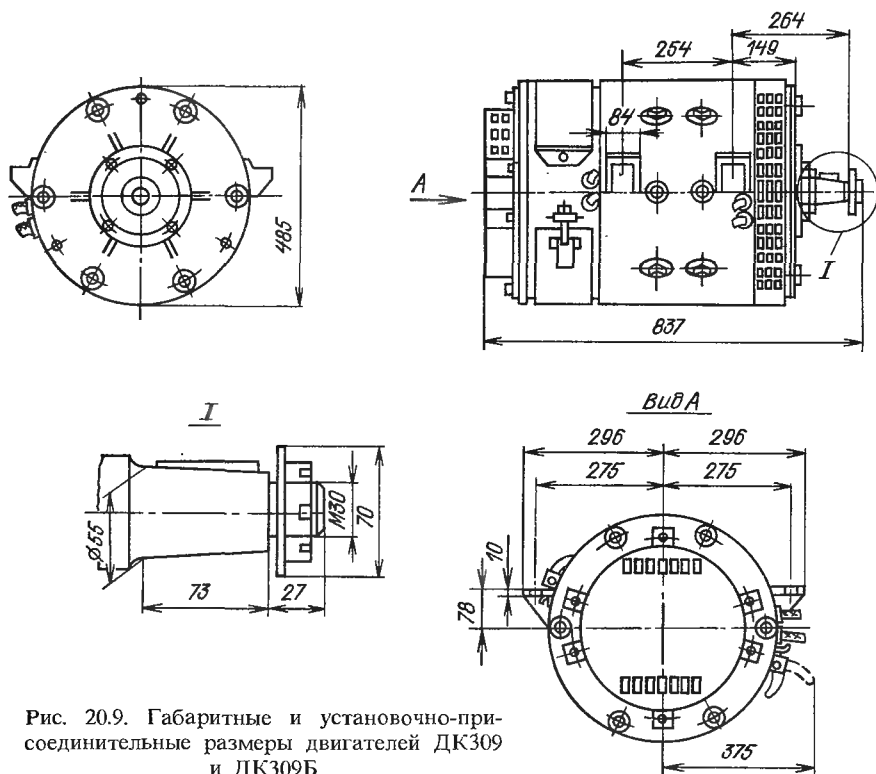


Рис. 20.9. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ДК309 и ДК309Б

для электропоездов — петлевая с уравнительными соединениями. Двигатели не имеют коробки выводов и присоединение их к цепи производится непосредственно выходящими из станины через специальные резиновые втулки проводами.

20.6. Тяговые двигатели для трансмиссий транспортных средств с дизель-электрическим приводом (двигатели мотор-колес)

Двигатели (табл. 20.11) изготавливаются по техническим условиям предприятия-изготовителя и предназначены для встраивания в мотор-колеса автосамосвалов и автопоездов грузоподъемностью 75—180 т, эксплуатируемых в условиях умеренного и холодного климата.

Двигатель встраивается в центральную часть колеса, является составной частью конструкции мотор-колеса и крепится к невращающейся части фланцем, расположенным на круглой станине двигателя. Один

шлицевой конец вала служит для передачи вращающего (тормозного) момента через редуктор планетарного типа, второй шлицевой конец вала используют для закрепления диска стояночного тормоза с электро- или пневмоприводом. Выводные концы двигателя расположены на подшипниковом щите со стороны коллектора. Двигатель не имеет коробки выводов.

Роликовый подшипник двигателя расположен со стороны редуктора, шариковый средней серии — со стороны тормоза (коллектора двигателя) и воспринимает значительные осевые нагрузки от якоря двигателя. Смазка подшипников — предпочтительно ВНИИНП-220 или близкая к ней ЦИАТИМ-221.

Возбуждение — последовательное, используется также обмотка независимого (параллельного) возбуждения.

Для улучшения коммутации применены: компенсационная обмотка, поворотная траверса щеткодержателей, щетки марки ЭГ-84, щеткодержатели с регулируемым усилием нажатия, стабильные в работе болтовые коллекторы, ограниченные значения реактивной ЭДС.

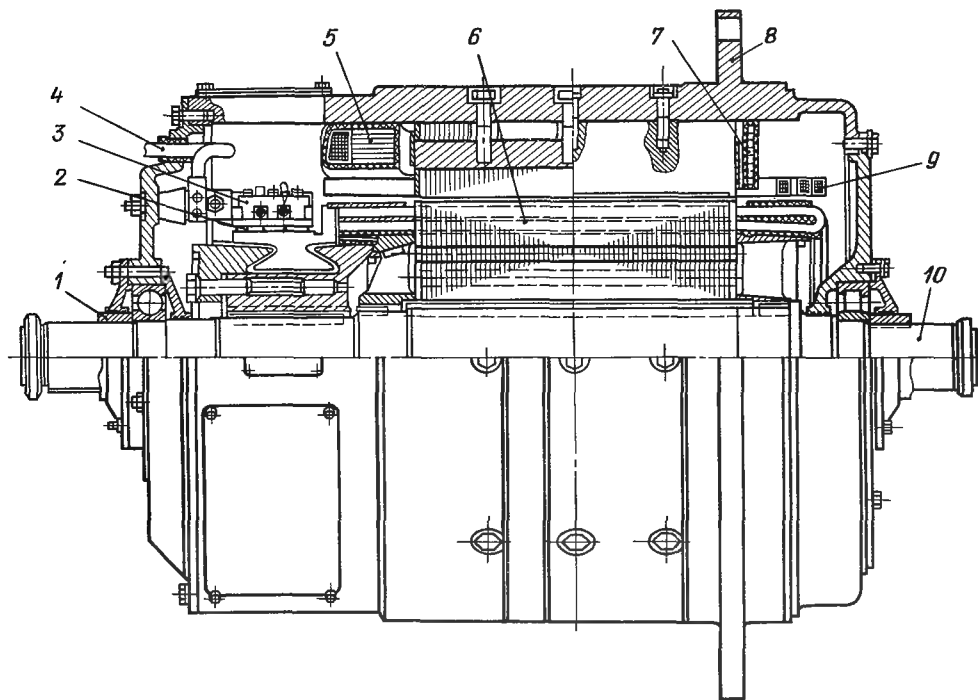


Рис. 20.10. Тяговый двигатель для мотор-колеса большегрузного автосамосвала:

1 — часть узла передачи крутящего момента, обеспечивающая также осевую фиксацию подшипника двигателя; 2 — щетки разрезные; 3 — щеткодержатели с регулируемым нажатием и кронштейнами из пластмассы ГСП-400; 4 — выводные концы двигателя; 5 — катушка главного полюса; 6 — якорь (ДК724 имеет на валу втулку якоря); 7 — катушка дополнительного полюса; 8 — станина с фланцем для крепления двигателя; 9 — компенсационная обмотка; 10 — приводной конец вала шлицевой цилиндрический

Независимая вентиляция — с подачи воздуха через один из люков со стороны коллектора (даже при стоянке автосамосвалов с работающим дизелем).

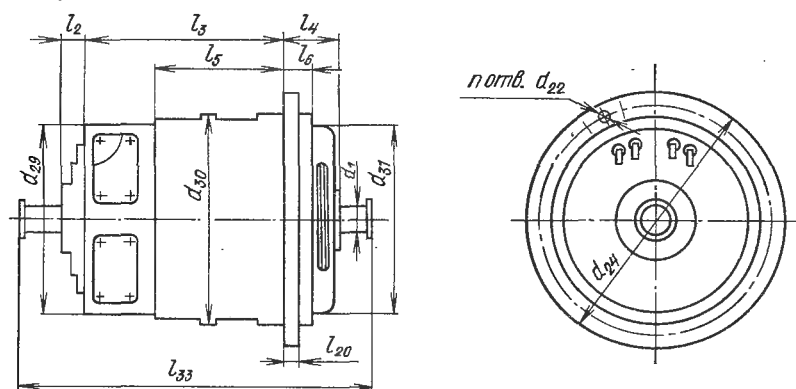
Двигатели используются для электро-динамического торможения.

Регулирование частоты вращения двигателей осуществляется изменением питающего напряжения и ослаблением поля.

Таблица 20.11. Технические данные тяговых двигателей для мотор-колес автосамосвалов

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота вращения, об/мин	Максимальная рабочая частота вращения, об/мин	Количество охлаждающего воздуха, м ³ /мин	Статический напор в коллекторной камере, Па	Щетки (разрезные)		Тип подшипника	
								Размеры, мм	Число	со стороны коллектора	с противоположной стороны
ДК717А	230	550	472	570	2850	60	1200	(2 × 10) × 32 × 50	12	70-319	70-32319
ДК722	360	750	520	1040	2850	80	2800	(2 × 12,5) × 32 × 50	12	70-319	70-32319
ДК724	560	700	900	560	1850	125	1000	(2 × 12,5) × 32 × 50	18	70-326	70-32326

Таблица 20.12. Габаритные размеры, мм, и масса двигателей ДК700



Тип двигателя	d_1	d_{24}	d_{29}	d_{30}	d_{31}	Отверстия во фланце		l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_{20}	l_{33}	Масса двигателя, кг	Тип авто-самосвала	Грузоподъемность, т
						n	d_{22}										
ДК717А	125	930	715	740	695	23	33	90	732	163	478	65	30	1305	1900	БелАЗ-549	75
ДК722	125	930	715	740	695	23	33	90	732	163	478	65	30	1305	2050	Автопоезд	120
ДК724	125	1200	1000	1030	970	18	33	106	306	735	65	630	40	1440	4300	БелАЗ-7519	110
																БелАЗ-75211	180

Примечание. У двигателя ДК724 фланец расположен слева, вблизи коллекторных люков.

Степень защиты двигателей — IP20. Группа условий эксплуатации по механическим факторам — М30. Двигатели типа ДК717Д и ДК722Д имеют повышенные показатели надежности.

Конструкция двигателя показана на рис. 20.10. В табл. 20.12 даны основные габаритные и установочно-присоединительные размеры и масса двигателей.

20.7. Двигатели для аккумуляторных подъемно-транспортных машин и электромобилей

Двигатели постоянного тока для электроприводов машин безрельсового напольного электротранспорта (МНБЭТ) — электропогрузчики, электроштабелеры, электротележки, электротягачи — подразделяются по назначению следующим образом:

двигатели для привода механизмов передвижения (двигатели передвижения) (табл. 20.13);

двигатели для наклона и выдвижения грузоподъемника, привода насоса гидравлической системы подъема и гидравлической системы поворота руля (двигатели гидронасоса) (табл. 20.14).

Двигатели для МНБЭТ и электромобилей выпускаются по ГОСТ 12049-75. В нем изложены требования по допустимым нагревам, КПД, максимальной частоте вращения, перегрузке по току коммутации и другие специальные требования. Двигатели поставляются только в комплекте с пускорегулирующей аппаратурой.

В табл. 20.15 приведены основные технические данные двигателей для МНБЭТ и электромобилей, в табл. 20.16 — двигателей для привода насоса гидравлической системы МНБЭТ. Указанные двигатели имеют много общего в конструкции, при их изготовлении применяют унифицированные детали и узлы.

Все двигатели — четырехполусные. Обмотки якорей двигателей — волновые, выполнены из прямоугольного медного про-

Таблица 20.13. Двигатели передвижения

Тип двигателя	Тип механизма
ЗДТ.31 ГТ-3 ЗДТ.52 ДК-908А	ЭП-0806, ЭТ-1240 ЭТМ ЭШ-186, ЭШ-188М ЭП-02/04
ДКВ-908 РТ-13Б ЗДТ.61 РТ-2	ЭПВ-1 ЭП-103, ЭП-103К ЭП-1013, ЭП-1213 ЭП-201, ЭП-205, ЭП-1009
ЗДВ-76 ЗДТ.73 РТ-8М	ЭПВ-1232 ЭП-1631, ЭП-1631.01, ЭТ-2047, ЭТ-550М ЭП-501
ЗДТ.82 4ДТ.002 ЗДТ.84	ЭП-2013, ЭП-5002, ЭТ-5040 Электромобиль РАФ-2910 Электромобиль РАФ-2210, ЕрАЗ-3734

Таблица 20.14. Двигатели гидронасосов

Тип двигателя	Тип механизма
ДК-907 ДКВ-907 ЗДН.37	ЭП-02/04 ЭПВ-1 ЭП-501, ЭТ-550М, ЭТ-1010, ЭП-205, ЭП-1009
ЗДН.32 ЗДН.51	ЭП-1006К ЭШ-186, ЭШ-188, ЭП-0806
ГТ-5 РТ-14А ЗДН.57	ЭП-5002 ЭП-103 ЭП-103К, ЭП-1013, ЭП-1213
РТ-14К ЗДВ-67 ЗДН.61	ЭП-201, ЭП-1631, ЭП-1631.01 ЭПВ-1232 ЭП-205, ЭП-1009
ЗДН.63 ЗДН.71	ЭП-5002, ЭП-2013 ЭП-501

Примечание. Принятые сокращения: ЭП, ЭПВ — электропозвучики; ЭТ, ЭТМ — электротележки; ЭШ — электроштабелеры.

Примечание. См. примечание к табл. 20.13.

Таблица 20.15. Технические данные двигателей для механизмов передвижения

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	$I_{\text{ном}}$, А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	n_{max} , об/мин	Масса, кг	Класс изоляции
ЗДТ.31	1,4	24	80	2350	4000	27	В
ГТ-3	1,35	24	79	1940	3000	47	А
ЗДТ.52	2,3	24	135	2650	4500	45	В
ДК-908А	2,5	30	110	1600	2500	100	А
ДКВ-908	2,5	30	110	1600	2500	120	В
РТ-13Б	3	40	100	1550	2500	120	В
ЗДТ.61	3	40	100	1800	3500	87	В
РТ-2	3,6	40	115	1550	3000	135	В
ЗДВ-76	3,8	40	120	1450	3000	135	В
ЗДТ.73	5,5	40	165	1500	3500	110	В
РТ.8М	6	40	185	1200	2500	160	Н
ЗДТ.82	7,5	72	125	1450	3000	150	В
4ДТ.002	10	80	150	3200	5000	75	Г
ЗДТ-84	21	110	230	3600	5500	125	В(Г)

Примечания: 1. Режим работы двигателей S3, ПВ = 40 %.

2. Степень защиты двигателей: ЗДТ.52 — IP10, ДКВ-908, ЗДВ-76 — IP54, 4ДТ.002, ЗДТ.84 — IP00, остальных — IP44.

3. Способ охлаждения двигателей: ЗДТ.52, 4ДТ.002, ЗДТ.84 — IC01, остальных — IC0040.

4. Возбуждение двигателя ГТ-3 — смешанное, остальных — последовательное.

5. Двигатели 4ДТ.002, ЗДТ.84 применяются для привода электромобиля.

Таблица 20.16. Технические данные двигателей для привода насоса гидравлической системы

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	$I_{\text{ном}}$, А	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$n_{\text{мах}}$, об/мин	Масса, кг	Возбуждение	Класс изоляции
ГТ-1	0,5	24	38	1600	2500	8,5	Смешанное	А
ГТ-1Б	0,6	72	13	3300	4000	15	Параллельное	А
ДК-907	1,35	30	62	1730	2500	46	Последовательное	А
ДКВ-907	1,35	30	62	1730	2500	55	»	В
ЗДН.37	2	40	70	1650	2500	35	Смешанное	В
ЗДН.32	2,2	40	70	3000	4000	25	»	В
ЗДН.51	2,2	24	130	2250	3500	40	Последовательное	В
ГТ-5	2,6	48	70	2450	4000	49	Смешанное	В
РТ-14А	3	40	95	1700	2500	65	»	В
ЗДН.57	3,4	40	115	2650	3000	36	»	В
РТ-14К	3,5	40	115	1250	2500	65	Последовательное	В
ЗДВ.67	3,5	40	120	2650	3000	95	Смешанное	В
ЗДН.61	5	40	160	1650	3000	83	»	В
ЗДН.63	5,5	72	95	3200	4000	85	»	В
ЗДН.71	6	40	190	1350	2500	110	»	В(F)

Примечания: 1. Режим работы двигателей ГТ-1Б – S3, ПВ = 40%, остальных – S3, ПВ = 25%.

2. Степень защиты двигателей: ГТ-1Б – IP22, ДКВ-907, ЗДВ.67 – IP54, остальных – IP44.

3. Способ охлаждения двигателей ГТ-1Б – IC0B, остальных – IC0040.

вода (кроме двигателей для гидронасосов ГТ-1, ГТ-1Б со всыпной обмоткой) и удерживаются в пазах бандажом из стеклянной ленты или стальной луженой проволоки. Станины двигателей изготавливаются из стальной прокатной трубы.

Во всех двигателях, кроме 4ДТ.002,

применена конструкция коллекторов на пластмассе, причем в некоторых двигателях коллектор опрессован пластмассой вместе с конусными втулками (ЗДН.61, ЗДТ.73, ЗДТ.84). В двигателе 4ДТ.002 коллектор – арочного типа на стальных деталях.

Двигатели для привода механизмов пе-

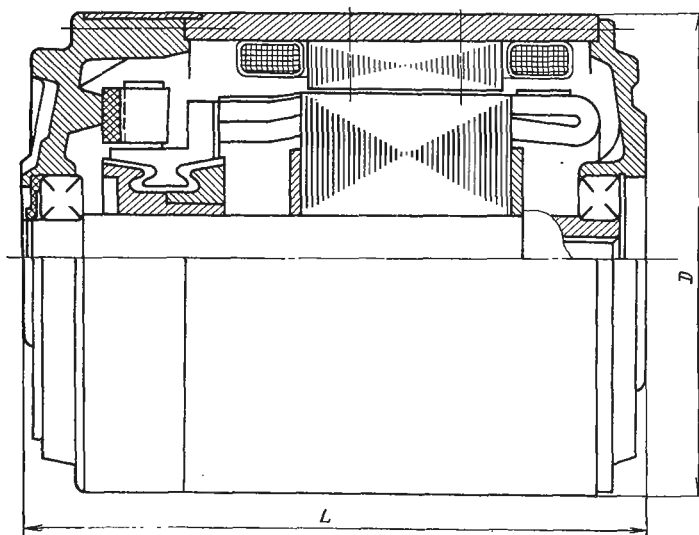


Рис. 20.11. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЗДН и ЗДТ.31. Размеры D и L приведены ниже:

Тип двигателя	D, мм	L, мм
ЗДН.32 . . .	176	262
ЗДН.37 . . .	176	325
ЗДН.51 . . .	216	300
ЗДН.57 . . .	216	325
ЗДН.61 . . .	268	390
ЗДН.63 . . .	268	390
ЗДН.71 . . .	296	400
ЗДТ.31 . . .	176	262

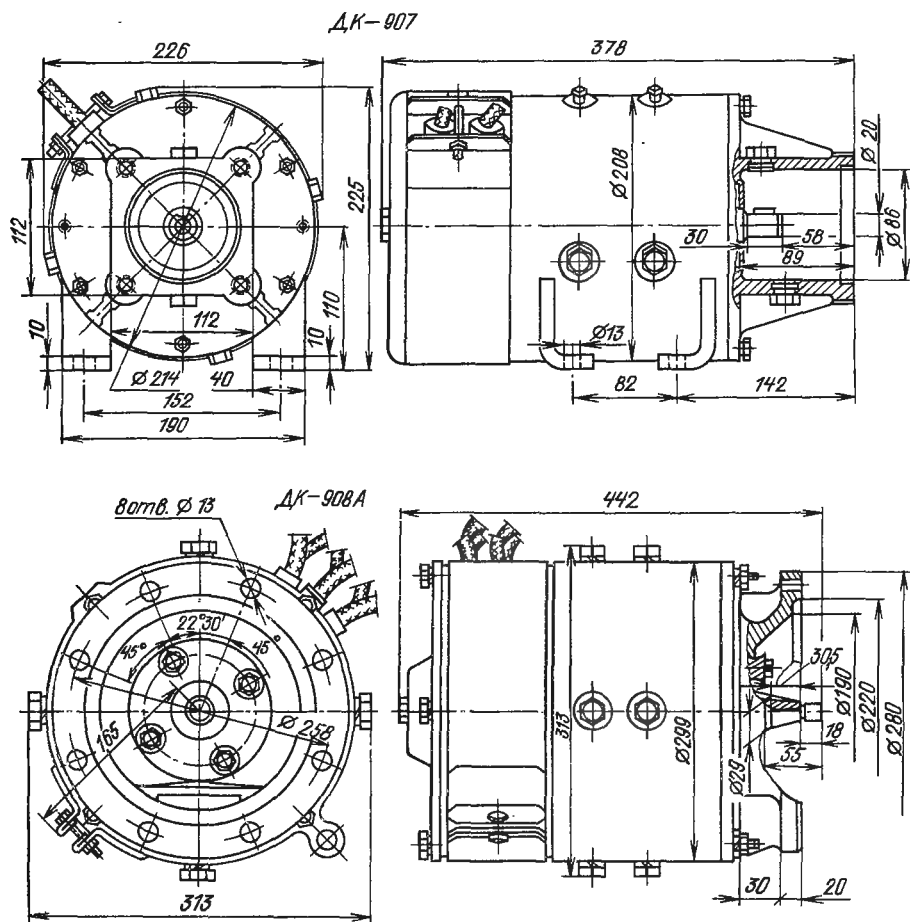


Рис. 20.12. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ДК-907 и ДК-908А

редвижения, как правило, — последовательного возбуждения, для привода гидронасосов — в основном смешанного возбуждения, что исключает разномысленность двигателей при сбросе нагрузки. Двигатели гидронасосов в большинстве случаев имеют так называемое раздельное возбуждение, характеризующееся размещением последовательных и параллельных катушек на разных полюсах. В некоторых случаях при соответствующем соотношении МДС последовательной и параллельной обмоток возбуждения устанавливаются одну катушку последовательного и три катушки параллельного возбуждения и наоборот. На двигателях гидронасосов соединение обмоток якоря и возбуждения выполняются внутри двигателей, а двигатели имеют только два электрических вывода.

При этом двигатели имеют левое направление вращения по ГОСТ 17154-71. Двигатели передвижения — реверсивные.

Большинство двигателей для МНБЭТ выполняются закрытыми с естественным охлаждением (способ охлаждения IC0040) или защищенными с самовентиляцией (IC01).

На двигателях гидронасосов новых разработок внедрено жесткое шлицевое соединение с гидронасосами. За счет этого длина агрегата насос — двигатель уменьшается на 20–25 % по сравнению с длиной агрегата с применением эластичной муфты. В этих двигателях, а также в двигателе для привода передвижения ЗДТ.84 внедрена конструкция полого вала со шлицевым отверстием.

Рис. 20.13. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ДКВ-908

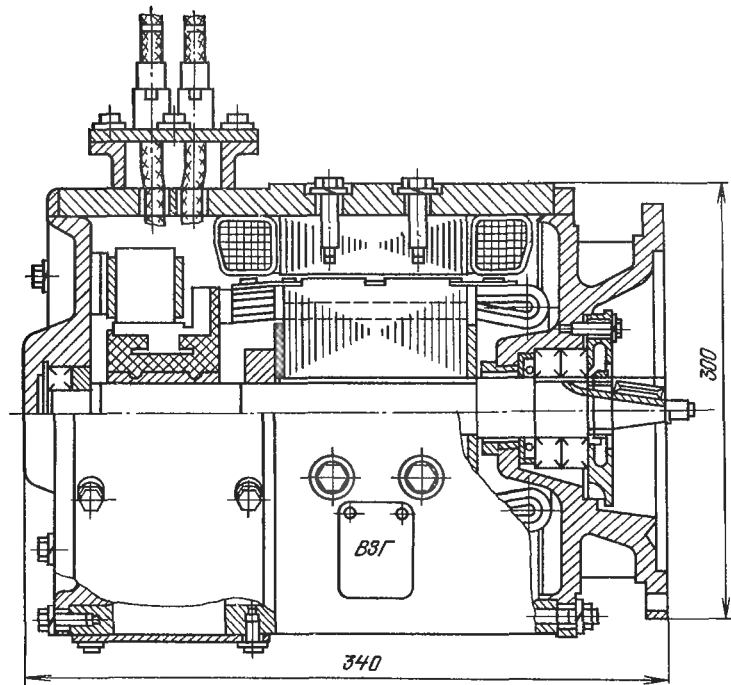


Рис. 20.14. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЗДТ. Размеры D и L приведены ниже:

Тип двигателя	D , мм	L , мм
ЗДТ.73	296	400
ЗДТ.61	268	350
ЗДТ.82	320	425

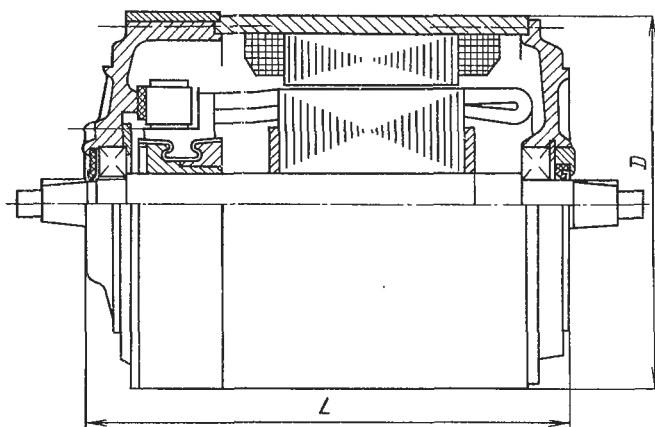
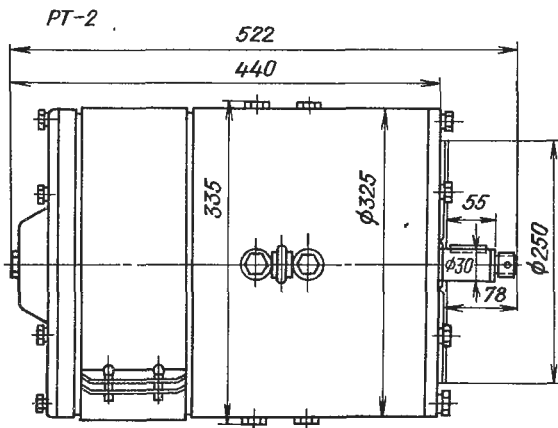
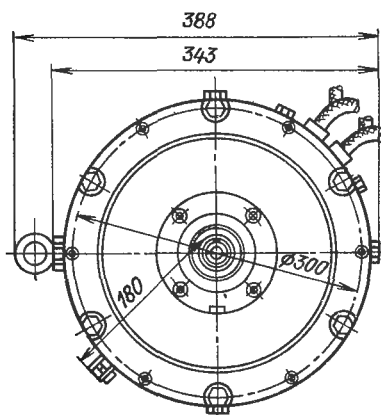
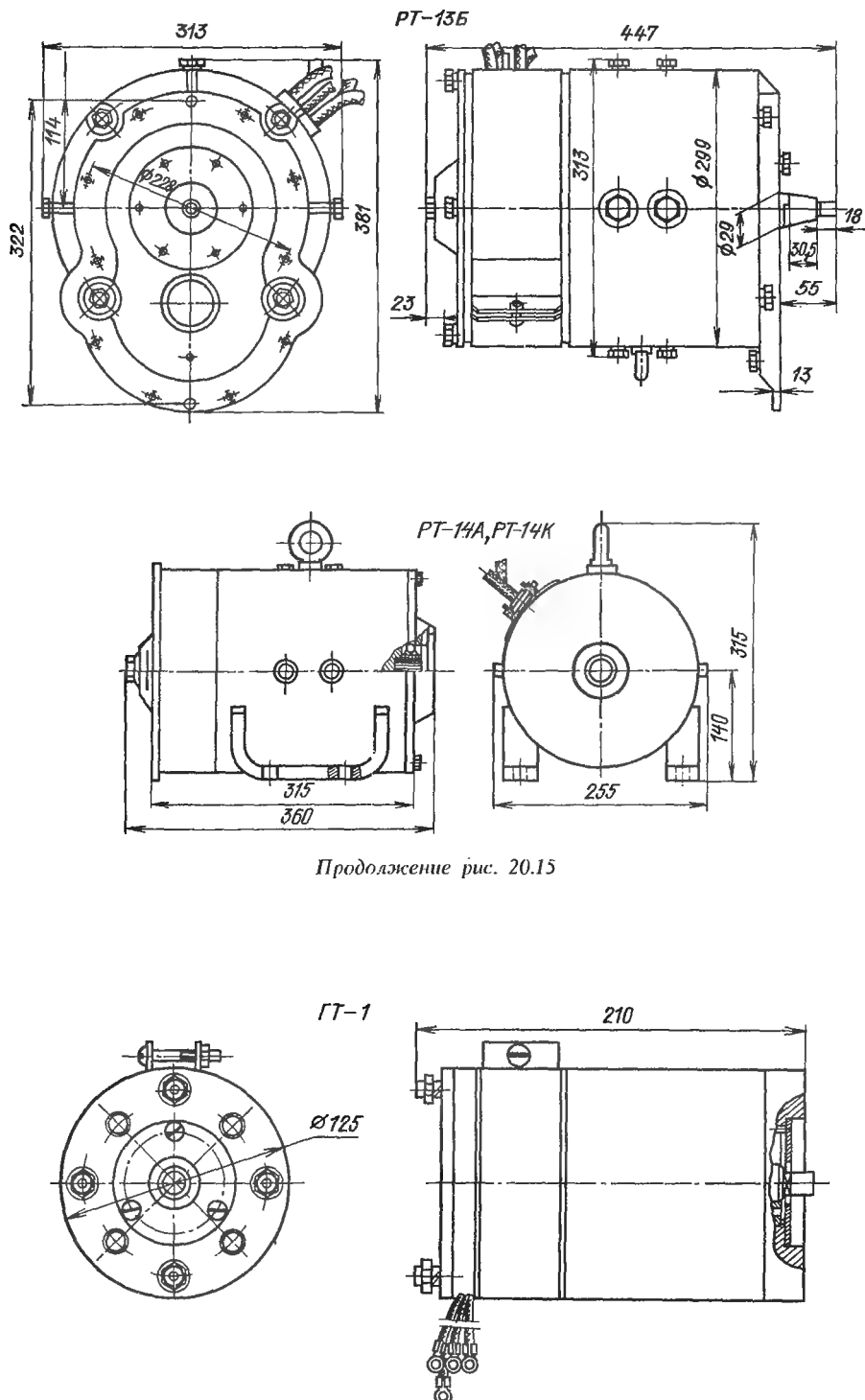


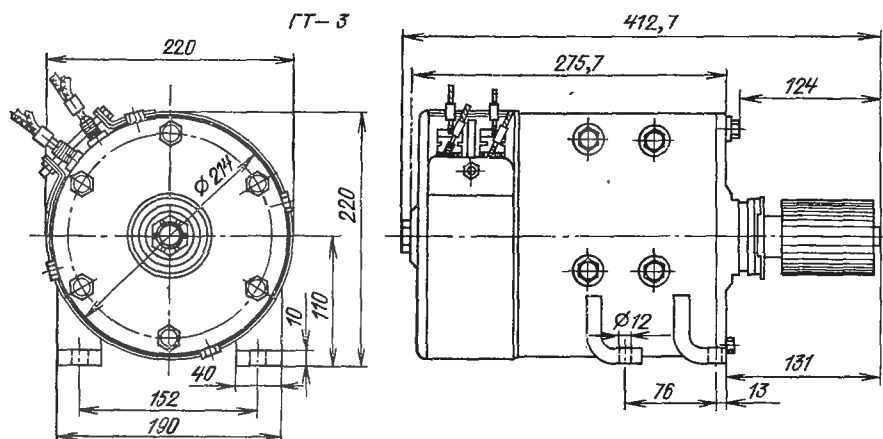
Рис. 20.15. Габаритные и установочно - присоединительные размеры двигателей РТ-2, РТ-13Б и РТ-14А, РТ-14К





Продолжение рис. 20.15

Рис. 20.16. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ГТ-1, ГТ-3



Продолжение рис. 20.16

Двигатели ДКВ-907, ДКВ-908, ЗДВ-76, ЗДВ-67 выполняются во взрывозащищенном исполнении. Взрывозащищенность двигателей достигается за счет взрывонепроницаемой оболочки, которая выдерживает давление и исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду. Взрывонепроницаемость оболочки обеспечивается применением щелевой взрывозащиты, т. е. за счет допускаемых по ГОСТ 22782.6-81 параметров щелей сопряжения деталей: максимальной ширины и минимальной длины щелей, класса чистоты обработки поверхности прилегания. Взрывонепроницаемость ввода проводов достигается путем уплотнения их специальными штуцерами и заливкой выводных коробок компаундом.

Конструкции и основные размеры двигателей для МНБЭТ приведены на рис. 20.11—20.16.

20.8. Тяговые взрывозащищенные двигатели для привода рудничных электровозов

20.8.1. Тяговые взрывозащищенные двигатели постоянного тока типа ДРТ

Двигатели ДРТ предназначены для привода рудничных аккумуляторных электровозов. Двигатели (табл. 20.17) выпускаются в исполнениях У5 и Т категории размещения 5.

Расшифровка условного обозначения двигателей: буквы ДРТ — двигатель руднич-

ной тяговый, далее следует цифра, выражающая мощность двигателя в часовом режиме. кВт, в конце обозначения — исполнение и категория размещения.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей приведены на рис. 20.17, 20.18.

Двигатели рассчитаны на эксплуатацию при номинальных значениях климатических факторов по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70:

Высота над уровнем моря, м, не более	1200
Температура окружающего воздуха, °С	-40 ÷ +40
Влажность окружающего воздуха при температуре 35°С (с конденсацией влаги), %	97—100
Окружающая среда	Взрывоопасная по метану
Запыленность среды угольной пылью, мг/см ³ , не более	300

Исполнение двигателей по взрывозащите — РВ ЗВ. Двигатели закрытые, с естественным охлаждением IC0040.

Двигатели надежно работают при повышении напряжения питания на 20 % и в режиме динамического рекуперативного торможения — на 27 % сверх номинального напряжения двигателя.

Допустимое отклонение частоты вращения двигателей при токе, соответствующем номинальной мощности, — не более $\pm 5\%$.

Таблица 20.17. Основные технические данные двигателя ДРТ

Показатель	ДРТ-10		ДРТ-12		ДРТ-13		ДРТ-23,5		ДРТ-33	
	Режим работы									
	часо- вой	продол- житель- ный	часо- вой	продол- житель- ный	часо- вой	продол- житель- ный	часо- вой	продол- житель- ный	часо- вой	продол- житель- ный
Мощность, кВт	$\frac{10}{6}$	$\frac{4}{2,4}$	12	4,6	$\frac{13}{10,5}$	$\frac{5,2}{4,2}$	23,5	9,4	33	13,2
Напряжение, В	$\frac{105}{80}$	$\frac{105}{80}$	250	250	$\frac{130}{110}$	$\frac{130}{110}$	185	185	250	250
Ток, А	$\frac{116}{93}$	$\frac{55}{49}$	58,5	23,4	$\frac{122}{122}$	$\frac{50}{47}$	152	61	152	61
КПД, %	$\frac{83}{80}$	$\frac{69,3}{61,3}$	81,8	78	$\frac{82}{78}$	$\frac{80}{81,2}$	83,5	83,3	87	87
Частота враще- ния, об/мин:										
номинальная	$\frac{1575}{1500}$	$\frac{2350}{2400}$	500	880	$\frac{615}{505}$	$\frac{1000}{900}$	900	1410	1050	1680
максимальная	3150		1500		1845		1800		2500	
Масса, кг	250		460		380		500		460	
Техническое усло- вие	ТУ		ТУ		ТУ		ТУ		ТУ	
	16-514.264-82		16-514.251-80		16-514.252-80		16-514.265-82		16-514.253-80	

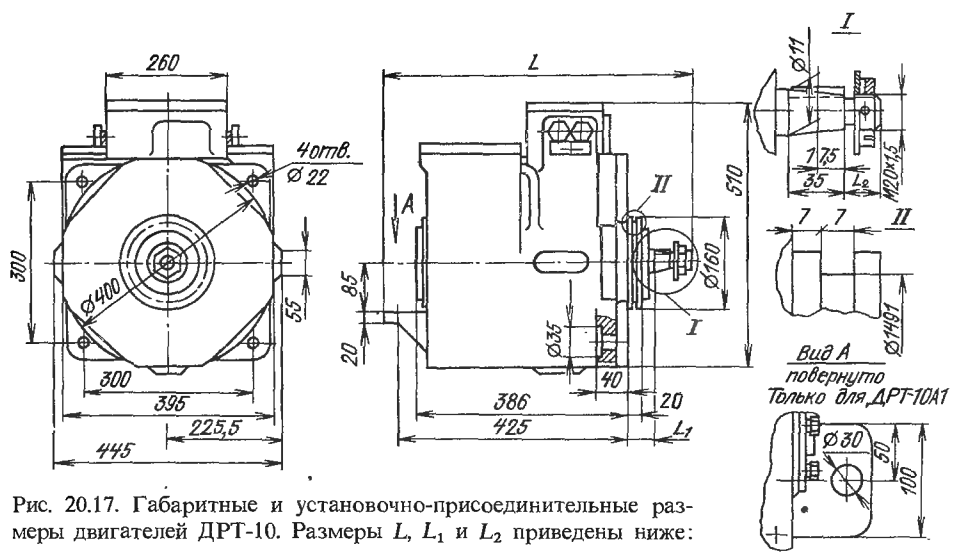
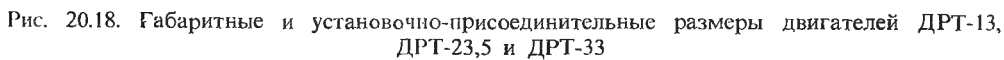
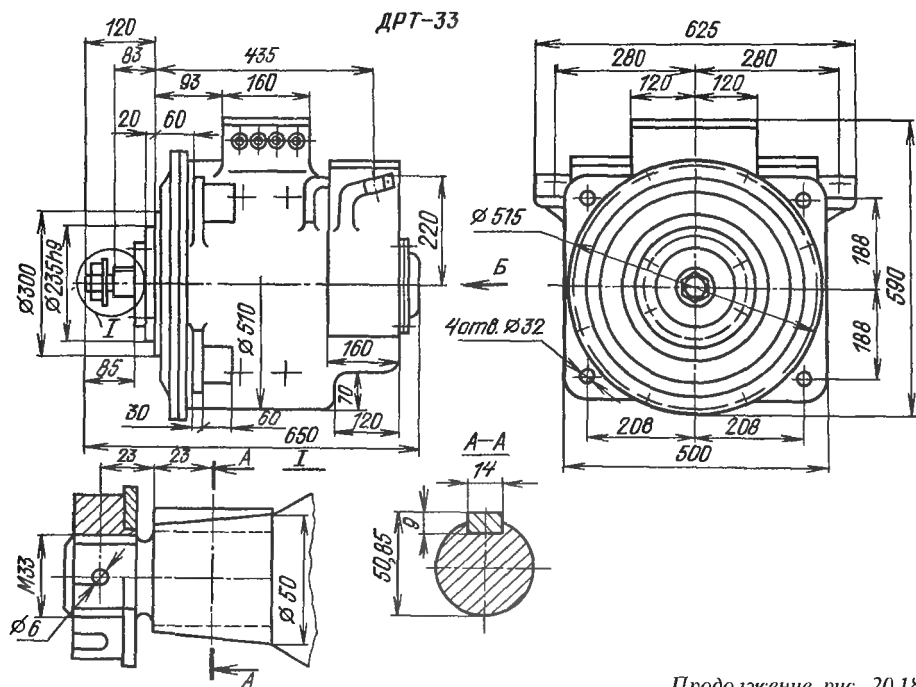


Рис. 20.17. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ДРТ-10. Размеры L, L₁ и L₂ приведены ниже:

Тип двигателя	L, мм	L ₁ , мм	L ₂ , мм
ДРТ-10А1	500	32	32
ДРТ-10А2	570	47	22





Продолжение рис. 20.18

Допускается двойная перегрузка по току при номинальном напряжении в течение 1 мин. Двигатели без повреждений и остаточных деформаций выдерживают в течение 2 мин аварийное повышение частоты вращения на 20 % сверх максимальной, указанной в табл. 20.17. Степень искрения на коллекторе при номинальном токе не превышает 1½/2.

Класс нагревостойкости изоляции обмоток якоря — F, обмоток возбуждения — H.

По уровню шума двигатели соответствуют 1-му классу (ГОСТ 16572-71).

Показатели надежности двигателей: вероятность безотказной работы при средней нагрузке до отказа 8000 ч в течение 1000 ч — не менее 0,88 (для двигателей ДРТ-23,5, ДРТ-10 — 0,9); средний ресурс до капитального ремонта 20 400 ч, но не более 5 лет; средний ресурс до списания 32 600 ч, но не более 8 лет.

Двигатели соответствуют группе условий эксплуатации M25 ГОСТ 17516-72 с уровнем вибрации 3g (в горизонтальном направлении).

20.8.2. Тяговые взрывозащищенные двигатели постоянного тока типов ДПТР-12, ДПТР-19

Предназначены для комплектации электрооборудования рудничных аккумуляторных электровозов.

Климатическое исполнение — У категории 5 по ГОСТ 15150-69. Пригодны также для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения Т категорий 5.

Расшифровка обозначения типа электродвигателей: буквы ДПТР — двигатель постоянного тока, тяговый, рудничный; следующие за буквами цифры — мощность двигателей, кВт, в часовом режиме.

Двигатели (табл. 20.18) соответствуют требованиям ТУ 16-514.182-74 и требованиям ПИВРЭ.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей соответствуют указанным на рис. 20.19.

Таблица 20.18. Технические данные двигателей ДПТР

Показатель	ДПТР-12	ДПТР-19
Мощность, кВт	12	19
Напряжение, В	130	190
Ток, А	113	117
Частота вращения, об/мин:		
номинальная	615	670
максимальная	1845	2010
КПД, %	82	85,5
Режим работы	Часовой	

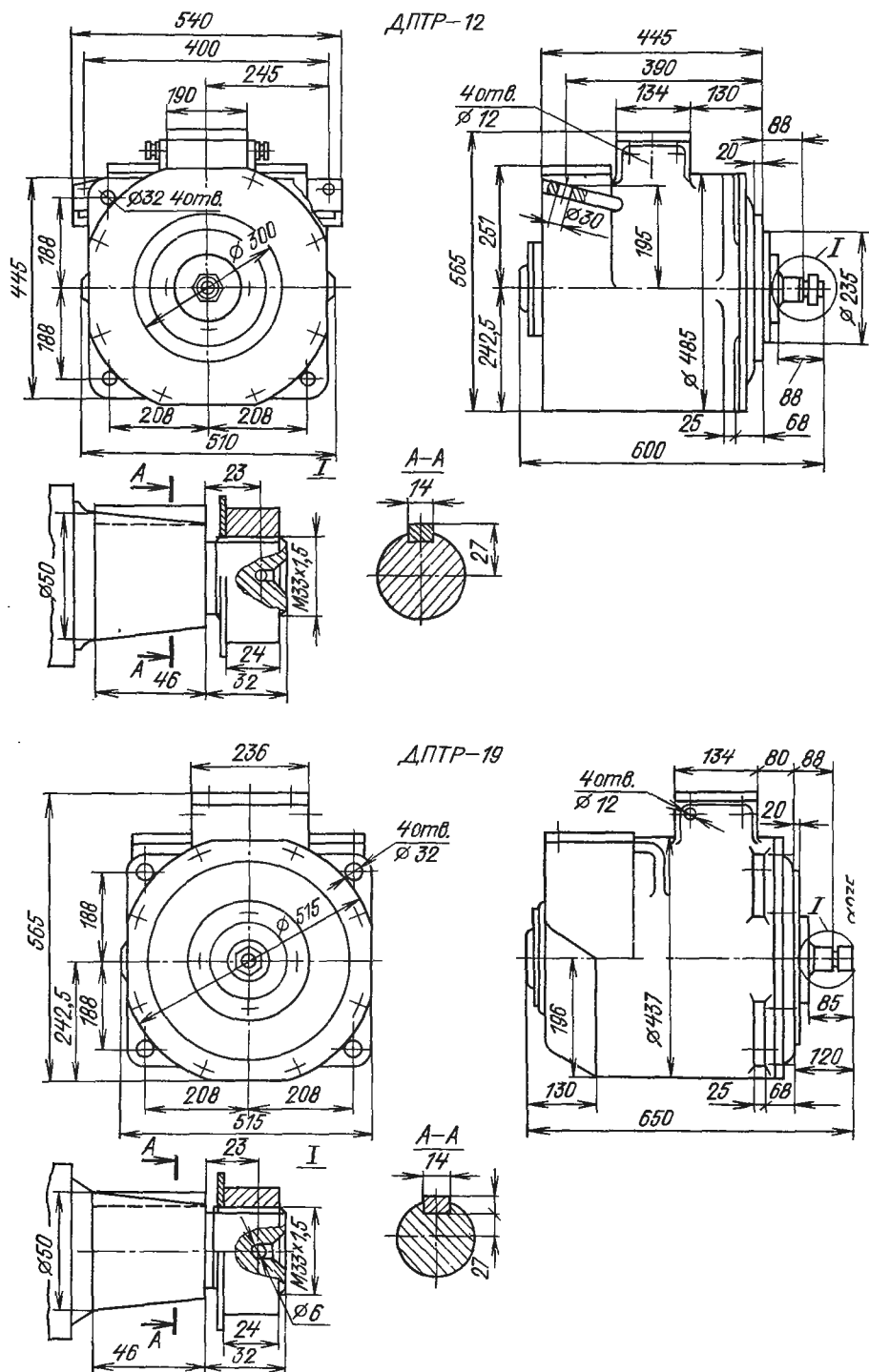


Рис. 20.19. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ДПТР-12 и ДПТР-19

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69:

Высота над уровнем моря, м, не более	1200
Температура окружающего воздуха (в тени), °С	-40 ÷ +40
Годовая среднесуточная температура, °С	25
Непосредственное воздействие солнечной радиации	Нет
Окружающая среда	Взрывоопасная
Запыленность, мг/м ² , не более	300

Электродвигатели — реверсивные, закрытые с естественным охлаждением ICA00 по ГОСТ 20459-75. Исполнение электродвигателей — рудничное взрывобезопасное РВ 3В согласно ПИВРЭ.

По уровню вибрации электродвигатели соответствуют 7-му классу вибрации по ГОСТ 16921-83.

По уровню шума электродвигатели относятся к 1-му классу по ГОСТ 16372-84. Среднее значение уровня звука (по шкале А) для электродвигателей не должно превышать 80 дБ.

Электродвигатели изготавливаются с изоляцией обмоток не ниже класса F по ГОСТ 8865-87.

Сопротивление изоляции обмоток электродвигателей относительно корпуса и сопротивление между обмотками при рабочей температуре — не менее 1,0 МОм.

Предельно допустимые превышения температуры, °С, частей электродвигателей по отношению к температуре окружающего воздуха, °С, не более:

Обмотки якоря	150
Обмотки возбуждения	165
Коллектор	95

Степень искрения двигателей при номинальном режиме не превышает 1 1/2 по ГОСТ 183-74. При ослаблении поля на 50 % и при кратковременной нагрузке, равной 2-кратной номинальной, коллектор должен быть пригоден к долголетней работе без очистки или какого-либо исправления.

Допустимое отклонение частоты вращения двигателей при токе, соответствующем номинальной мощности, не более ± 5 %.

Двигатели в отношении коммутации рассчитаны на кратковременный ток, равный 2-кратному номинальному при номинальном напряжении.

Показатели надежности и долговечности двигателей:

срок службы до капитального ремонта — 8 лет;
вероятность безотказной работы в течение 720 ч — 0,96.

20.8.3. Тяговые взрывозащитные двигатели постоянного тока типов ЭДР и ЭД

Предназначены для комплектации электрооборудования рудничных аккумуляторных и контактных электровозов. Климатическое исполнение — У и Т категории 5 по ГОСТ 15150-69.

Расшифровка условных обозначений: первые буквы ЭД (ЭДР) — электродвигатель (рудничный); следующие за буквами цифра в обозначении двигателей ЭД — порядковый номер двигателя и буква А — специальный, в обозначении двигателей ЭДР — приближенная мощность, кВт, в часовом режиме и буква П — повышенная надежность по изоляции. Двигатели (табл. 20.19) соответствуют требованиям технических условий ТУ 16-514.210-75.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры приведены на рис. 20.20, 20.21.

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69:

Высота над уровнем моря, м, не более	1200
Температура окружающего воздуха (в тени), °С	-50 ÷ +40
Запыленность воздуха, мг/м ³	200

Электродвигатели закрытые с естественным охлаждением — ICA00 по ГОСТ 20459-75. Исполнение электродвигателей типов ЭДР-7П, ЭДР-10П, ЭДР-15П, ЭД-205 и ЭД-205А согласно ПИВРЭ — рудничное взрывобезопасное РВ 3В; электродвигателей типов ЭДР-11П и ЭДР-25П — рудничное нормальное РН.

Двигатели изготавливают с изоляцией не ниже класса F, а электродвигатели ЭД-205 и ЭД-205А — с изоляцией класса Н ГОСТ 8865-70.

Сопротивление изоляции обмоток электродвигателей относительно корпуса и сопротивление изоляции между обмотками при рабочей температуре — не менее 0,5 МОм.

Предельно допустимые превышения температуры частей двигателей по отношению к температуре окружающего воздуха на стенде и в эксплуатации не превышает указанных в табл. 20.20.

Таблица 20.19. Технические данные двигателей ЭДР и ЭД

Показатель	ЭДР-7П	ЭДР-10П	ЭДР-11П	ЭДР-15П	ЭДР-25П	ЭД-205	ЭД-205А
Мощность, кВт	5	11,2	10,2	15,6	25	1,8	1,8
Напряжение, В	80	120	250	160	250	160	185
Сила тока, А	93	115	50	117	112,5	18	16
Частота вращения, об/мин:							
номинальная	1500	585	500	515	900	520	700
допустимая	3000	1800	1000	1030	1800	—	—
КПД, %	80	82	81,3	83	85	—	—
Режим работы	Часовой	Часовой	Часовой	Часовой	Часовой	ПВ = = 40 %	ПВ = = 40 %
Сопротивление, Ом:							
якоря	0,024	0,043	0,167	0,05	0,05	1,2	1,2
главных полюсов	0,0248	0,0408	0,063	0,0437	0,0437	0,615	0,615
добавочных полюсов	—	0,0157	0,229	0,0207	0,0207	0,29	0,29
Направление вращения (со стороны свободного конца вала)	Ревёрс	Ревёрс	Ревёрс	Ревёрс	Ревёрс	Правое	Правое

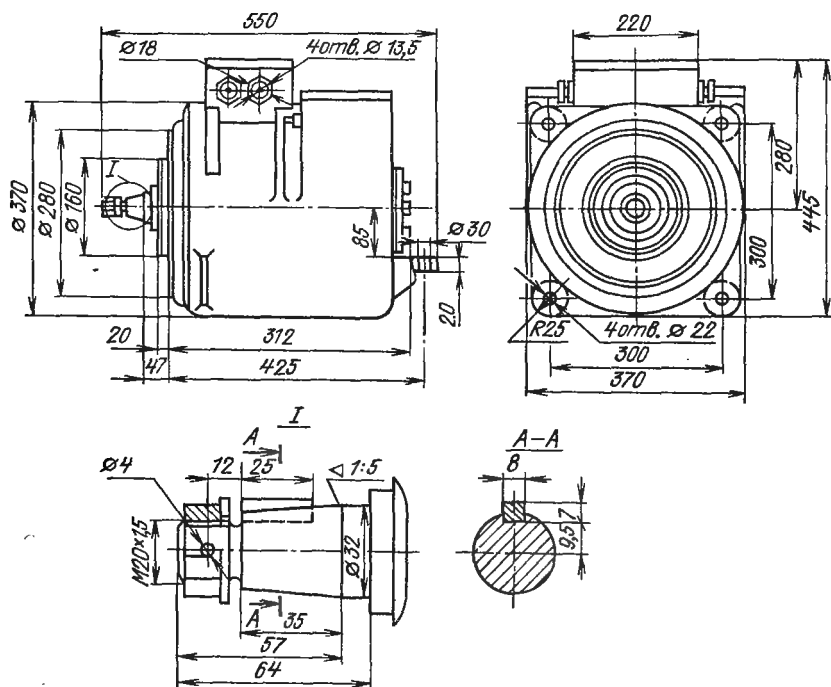


Рис. 20.20. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭДР-7П

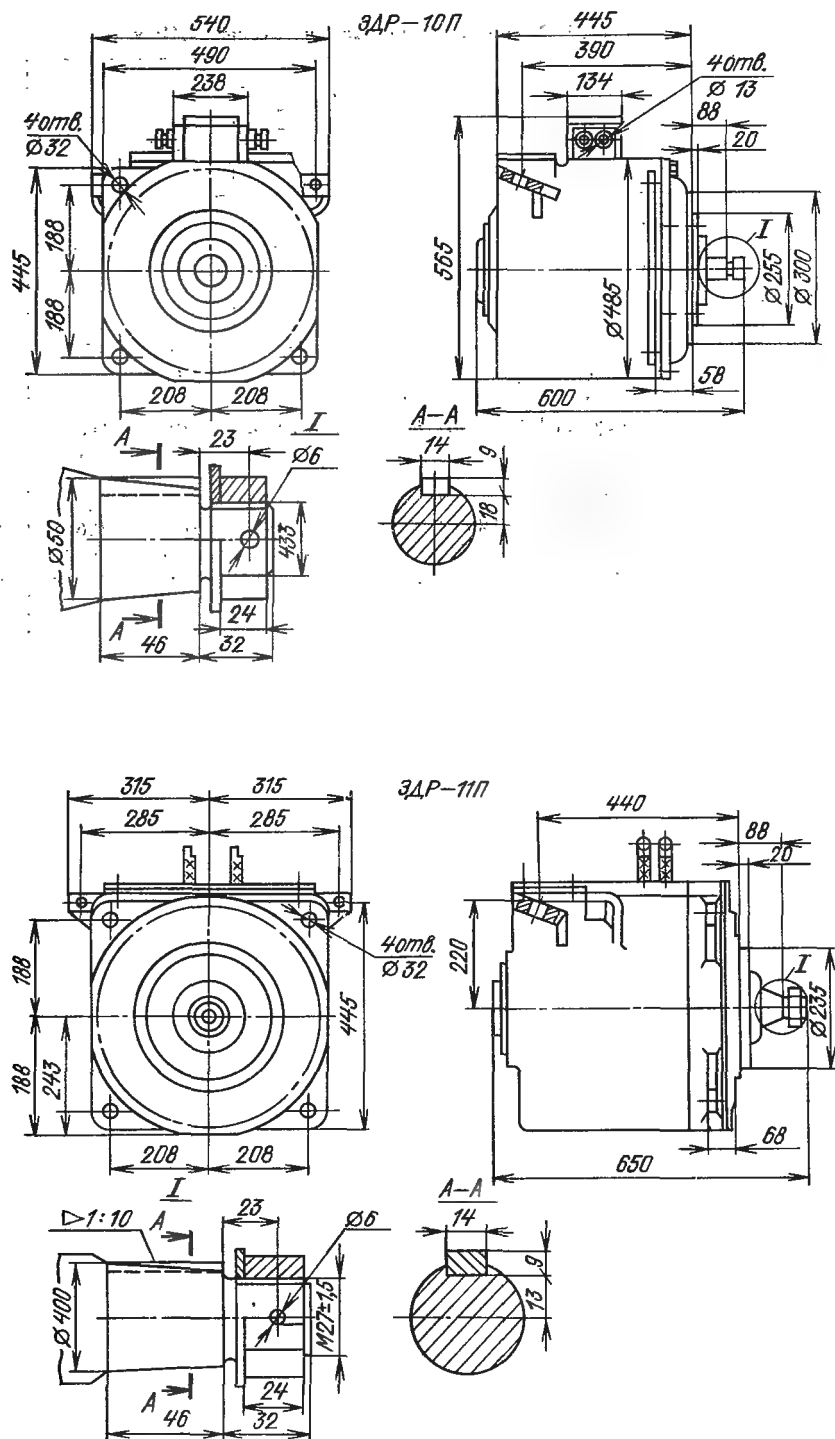
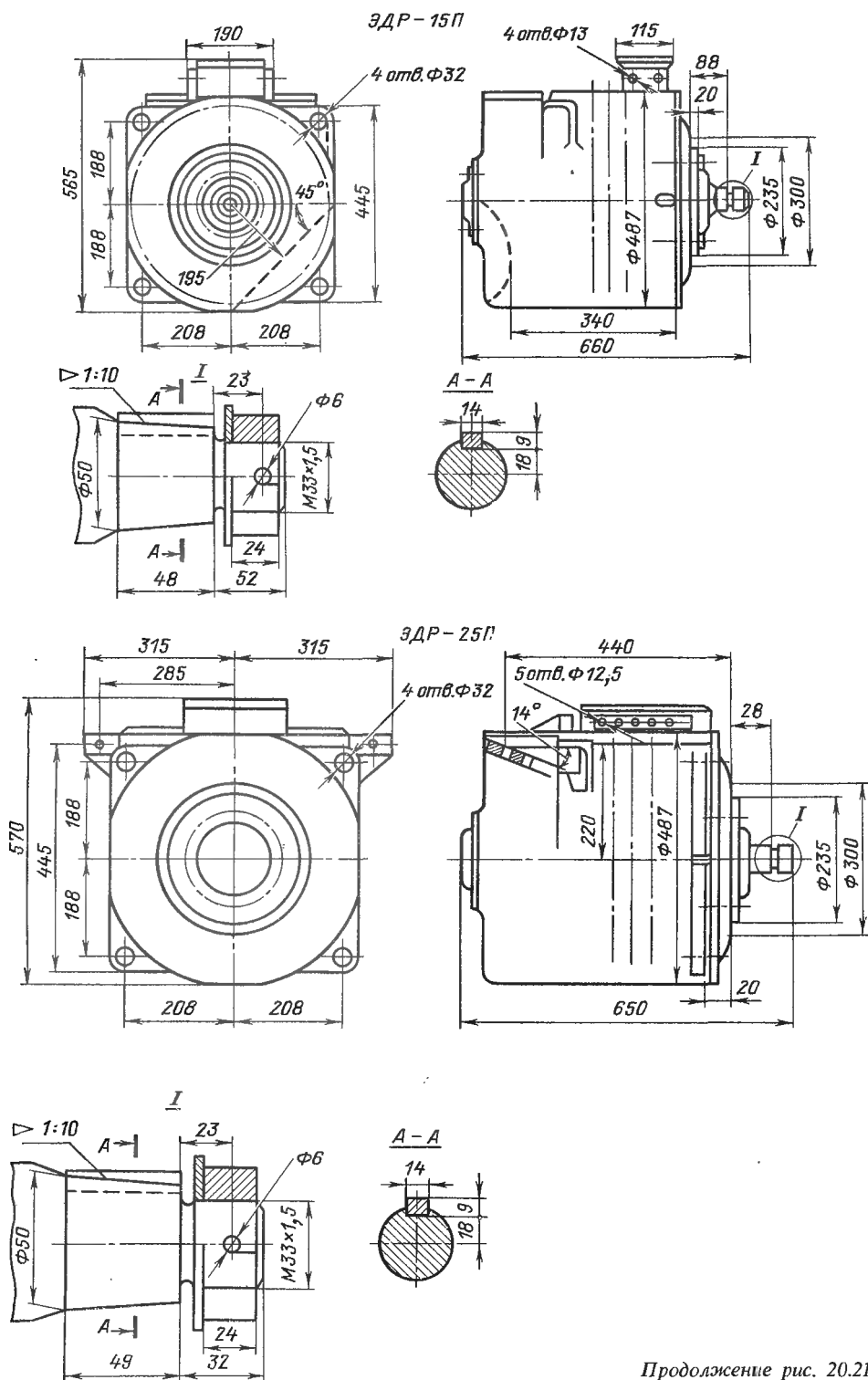


Рис. 20.21. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭДР-10П, ЭДР-11П, ЭДР-15П и ЭДР-25П



Продолжение рис. 20.21

Таблица 20.20

Технические данные двигателя

Тип двигателя	Часть двигателя	Предельно допустимое превышение температуры, °С
ЭД-205, ЭД-205А	Обмотка якоря	170
	Обмотка возбуждения	190
	Коллектор	105
ЭДР-7П, ЭДР-10П, ЭДР-11П, ЭДР-15П, ЭДР-25П	Обмотка якоря	150
	Обмотка возбуждения	166
	Коллектор	95

Мощность, кВт	12,2
Напряжение, В	250
Ток, А	58
Частота вращения, об/мин:	
номинальная	480
максимально допустимая	960
КПД, %	84,9
Режим работы	Часовой
Возбуждение	Последовательное
Сопротивление при 15°С, Ом:	
обмотки якоря	6,193
обмотки главных полюсов	0,204

ное нормальное), М — модернизированный.

Исполнение двигателя по взрывозащите — РН согласно требованиям ТУ 16-514.182-74 и ПИВРЭ.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателя приведены на рис. 20.22.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69:

Высота над уровнем моря, м,	
не более	1200
Температура окружающего воздуха, °С	— 50 ÷ +40
Запыленность воздуха, мг/м ³	200

Двигатель имеет закрытое исполнение с естественным охлаждением — ICA00 по ГОСТ 20459-75.

По уровню вибрации двигатель соответствует классам вибрации 4, 5 по ГОСТ 16921-83.

Двигатель изготавливается с изоляцией класса нагревостойкости F по ГОСТ 8865-87.

Сопротивление изоляции обмоток двигателя относительно корпуса и сопротивление изоляции между обмотками при рабочей температуре — не менее 0,5 МОм.

Предельно допустимые превышения температуры, °С, частей двигателя по отношению к температуре окружающего воздуха не более:

Обмотка якоря	150
Обмотка возбуждения	165
Коллектор	95

Двигатель нормально работает при повышении напряжения питающей сети на 21 %, а в режиме торможения — на 27 % сверх номинального напряжения электродвигателя.

Двигатели ЭДР-11П и ЭДР-25П нормально работают при повышении напряжения питающей сети на 21 % и при работе в режиме торможения — на 27 % сверх номинального напряжения электродвигателей.

Степень искрения электродвигателей при номинальном режиме не превышает 1 1/2 по ГОСТ 183-74.

Допустимое отклонение частоты вращения при токе, соответствующем номинальной мощности двигателей ЭДР-7П, ЭДР-10П, ЭДР-11П, ЭДР-15П и ЭДР-25П, — не более ± 5 %; двигателей ЭД-205 и ЭД-205А — не более ± 7,5 %.

Показатели надежности и долговечности:

Срок службы до списания, лет	8
Вероятность безотказной работы в течение 720 ч	0,9
Среднее время безотказной работы, ч	23 000
Назначенный ресурс, ч	27 000

20.8.4. Тяговые взрывозащищенные двигатели постоянного тока типа ДК-800БМ

Двигатели предназначены для комплектации электрооборудования рудничных контактных электровозов, работающих в не-взрывоопасной среде.

Климатическое исполнение — У и Т категории 5 по ГОСТ 15150-69.

Расшифровка обозначения электродвигателя: буквы ДК — двигатель коллекторный, 800 — порядковый номер двигателя, Б — исполнение электродвигателя — РН (руднич-

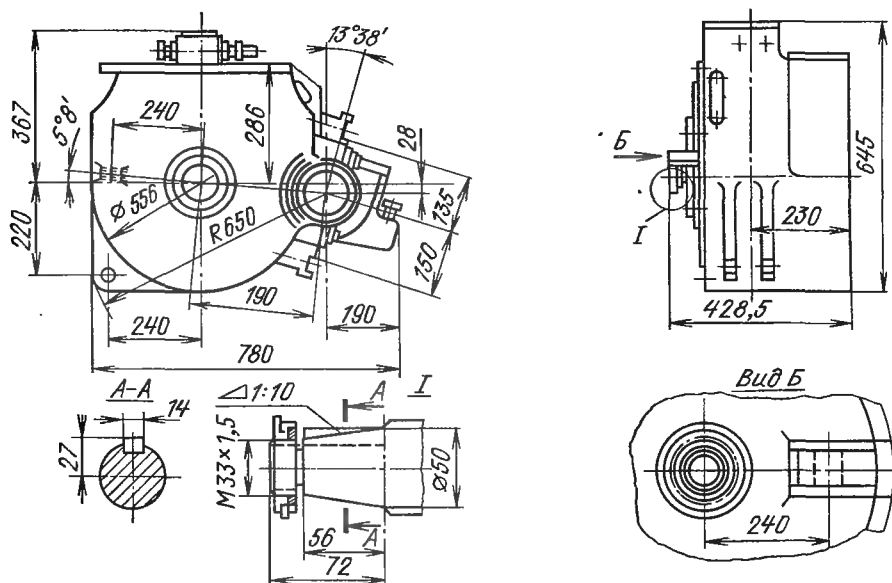


Рис. 20.22. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ДК-800 БМ

Степень искрения двигателя при номинальном режиме не превышает $1\frac{1}{2}$ по ГОСТ 183-74.

Допустимое отклонение частоты вращения при токе, соответствующем минимальной мощности, — не более $\pm 5\%$.

Двигатель соответствует группе условий эксплуатации М25 по ГОСТ 17516-72.

Показатели надежности и долговечности двигателя:

Срок службы до первого капитального ремонта, лет	7
Вероятность безотказной работы в течение 720 ч	0,9
Назначенный ресурс, ч	27 000

Двигатель имеет фланец для соединения с редуктором и ушики для крепления к раме электровоза. Сердечники главных полюсов выполнены шихтованными. Подшипники — роликовые. Задний подшипниковый щит имеет наружный замок для посадки корпуса редуктора.

20.8.5. Тяговые взрывозащитные двигатели постоянного тока серии ЭТ

Двигатели предназначены для комплектации электрооборудования рудничных контактных электровозов.

Климатическое исполнение — У катего-

Таблица 20.21. Технические данные двигателей серии ЭТ

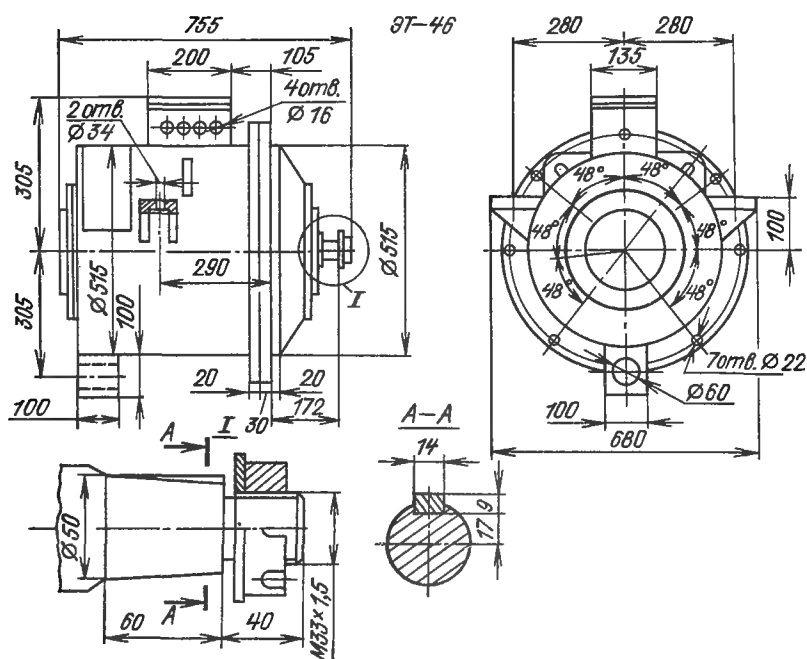
Наименование	ЭТ-31	ЭТ-46
Мощность, кВт	31	45
Напряжение, В	250	250
Ток, А	142	204
Частота вращения, об/мин:		
номинальная	1050	1320
максимальная	2650	3000
КПД, %	87	89,5
Режим работы	Часовой	

рии 5 по ГОСТ 15150-69 (возможна эксплуатация в условиях, нормированных для исполнения Т категории 5).

Расшифровка обозначения двигателей: ЭТ — электродвигатель тяговый; цифра после тире указывает приблизительно мощность, кВт, в часовом режиме.

Технические данные двигателей приведены в табл. 20.21, габаритные, установочные и присоединительные размеры — на рис. 20.23.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69, при этом:



ЭТ-46

Высота над уровнем моря, м, не более	1200
Температура окружающего воз- духа, °С	-50 ÷ +40
Верхнее значение относительной влажности воздуха при 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, % . .	97
Запыленность воздуха, мг/м ³	200

Двигатели — закрытого исполнения с естественным охлаждением ICA00 по ГОСТ 20459-75. Исполнение — РН согласно ПИВРЭ. Окружающая среда — невзрывоопасная.

Уровень вибрации двигателей соответствует 7-му классу по ГОСТ 16921-83.

Изоляция обмоток полюсов — класса нагретостойкости Н, обмоток якоря — класса F.

Сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками при рабочей температуре — не менее 0,5 МОм.

Предельно допустимые превышения температуры, °С, частей электродвигателей по отношению к температуре окружающего воздуха не более:

Обмотка якоря	150
Обмотка возбуждения	190
Коллектор	95

Двигатели нормально работают при повышении напряжения питающей сети на 21 %

и при работе в режиме торможения — на 27 % сверх номинального. Допускается кратковременное повышение напряжения не более 30 % номинального.

Степень искрения при номинальном режиме не превышает 1¹/₂ по ГОСТ 183-74.

Разность между частотами вращения электродвигателей в одну и другую сторону при токе, соответствующем номинальной мощности, и при номинальном возбуждении, выраженная в процентах среднего арифметического обеих частот вращения, составляет не более 5 % для двигателя ЭТ-31 и 4 % для двигателя ЭТ-46. Допустимое отклонение частоты вращения при токе, соответствующем номинальной мощности, — не более ± 5 % для двигателя ЭТ-31 и ± 4 % для двигателя ЭТ-46.

Срок службы до капитального ремонта двигателей ЭТ-46 — 6 лет, ЭТ-31 — 8 лет.

Вероятность безотказной работы в течение 720 ч двигателей ЭТ-46 — 0,97; ЭТ-31 — 0,96.

Двигатели имеют фланец для соединения с редуктором и лапы-ушки для крепления к раме. Сердечники главных полюсов выполнены шихтованными из листовой стали, добавочные полюсы (при их наличии) — из стальных поковок.

Обмотка якоря волновая, выполнена прямоугольным проводом и закреплена проволочным бандажом или бандажом из стеклоленты.

РАЗДЕЛ 21

ЭКСКАВАТОРНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Экскаваторные электрические машины — двигатели и генераторы постоянного тока, синхронные двигатели и преобразовательные агрегаты предназначены для питания и привода механизмов ковшевых и роторных экскаваторов.

21.1. Крупные экскаваторные двигатели и генераторы постоянного тока

Крупные (более 355-го габарита) электрические машины постоянного тока (ГОСТ 25979-83) предназначены для работы в приводах одноковшовых экскаваторов с емкостью ковша 4 м³ и более и в роторных

экскаваторах. Двигатели служат для привода механизмов поворота, подъема, тяги и шагающих экскаваторов и работают в режимах широкого регулирования частоты вращения, частых реверсов с большими кратковременными перегрузками. Генераторы, входящие в состав преобразовательных агрегатов, служат для питания механизмов главных приводов экскаваторов.

Режим работы электродвигателей — S1, S8, генераторов — S1, S7 по ГОСТ 183-74.

Климатическое исполнение — У, ХЛ, Т категории размещения 1—3 по ГОСТ 15150-69.

Окружающая среда — невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в

концентрациях, снижающих параметры машин в недопустимых пределах.

Экскаваторные машины должны выдерживать:

линейные центробежные нагрузки по степени жесткости 1 по ГОСТ 16962-71 в процессе разгона и торможения поворотной платформы с линейным ускорением для шагающих экскаваторов до $0,52 \text{ м/с}^2$, для карьерных экскаваторов — до 1 м/с^2 с максимально допустимой частотой повторения нагрузок 10—12 раз в мин;

внешние вибрационные нагрузки в трех взаимно перпендикулярных направлениях в диапазоне частот от 1 до 35 Гц с ускорением $0,5g$ в соответствии с ГОСТ 17516-72 для группы условий эксплуатации М1;

одиночные удары с ускорением $2,5g$ с повторяемостью не менее 300 раз в год; крен и дифферент до 12° .

Электродвигатели должны допускать работу при любом направлении вращения и регулировании частоты вращения от нуля до номинальной.

Экскаваторные генераторы имеют одноякорное исполнение, двигатели могут изготавливаться как в одноякорном, так и в многоякорном исполнении. Принципиального различия в конструкции электрических машин при различных исполнениях нет. Многоякорные машины, а также генераторы в преобразовательных агрегатах соединяются между собой полумуфтами или фланцами.

Станина экскаваторных машин посто-

Таблица 21.1. Технические данные экскаваторных электродвигателей постоянного тока

Тип двигателя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг	Момент инерции, кг·м ²
МПВЭ 400-900 УЗ	500	440	1000	94	4500	36
МПЭ 450-900 УЗ	500	440	$\frac{1000}{1250}$	93,8	4500	36
МПВЭ 450-29 УЗ, ТЗ	500	440	32	84	36 060	3200
МПЭ 800-800 УЗ	800	440	800	94,2	9220	170
МПЭ 800-800 ТЗ	630	440	1250	94,2	9220	170
МПЭ 1000-630 УХЛЗ, ТЗ	1120	600	$\frac{630}{1000}$	94,4	8460	134
МПЭ 500-500 УХЛЗ, ТЗ	560	440	$\frac{500}{1000}$	92,9	5900	40

Таблица 21.2. Технические данные экскаваторных генераторов постоянного тока (габарита свыше 355-го)

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Масса, кг
ГПЭ 75	75	460	1500	91,7	2100
ГПЭ 160	160	460	1500	93,3	1840
ГПЭ 250У2, ХЛ2	250	460	1500	93,9	1190
ГПЭ 250 Т2	250	460	1500	93,5	1190
ГПЭ 315 У2	315	630	1000	92,8	3490
ГПЭ 315 ХЛ2	280	630	1000	92,9	3490
ГПЭ 630 У2, ХЛ2	630	750	1000	93,8	5500
ГПЭ 630 Т2	560	750	1000	93,9	5500
ГПЭ 1250 У2	1250	930	1000	94,1	8800
ГПЭ 1250 Т2	1120	930	1000	94	8800
ГПЭ 2000 У2	2000	930	1000	95,2	12700
ГПЭ 2000 Т2	1800	930	1000	94,8	12700
ГПЭ 2500	2500	1200	750	94,7	17350
ГПЭ 1700—1000	2000	900	1000	95	12800

Продолжение табл. 21.5

Тип генератора	l_{10}	l_{30}	l_{31}	l_{33}	n_5	h_1	h_5	h_{31}	h_{36}
ГПЭ 1250	1430	—	280	2215	4	36	185	2110	801
	—	1960	—	—	—	—	—	—	—
ГПЭ 2000	1800	—	280	2630	4	36	203,5	2110	801
	—	2330	—	—	—	—	—	—	—

янного тока литая, сварная или шихтованная с главными и добавочными полюсами, крепящимися к ней болтами. Шихтованный сердечник якоря спрессован между двумя нажимными кольцами — обмоткодержателями. Обмотка якоря выполняется из прямоугольной меди. Секции закреплены в пазовой части клиньями, а в лобовой —

бандажами. Коллектор — арочного типа. Бракеты со щеткодержателями закреплены на траверсе в виде стального кольца. Подшипники качения смонтированы в подшипниковых цитах или в подшипниковых стояках и закрыты крышками. Класс нагревостойкости изоляции — Н или F по ГОСТ 8865-70. Машины имеют встроенные нагреватели, которые включаются во время останова машины для предотвращения увлажнения изоляции.

Технические данные двигателей и генераторов постоянного тока габарита более 355-го для экскаваторов приведены в табл. 21.1 и 21.2. Габаритные, установочные и присоединительные размеры приведены на рис. 21.1—21.7 и в табл. 21.3—21.5.

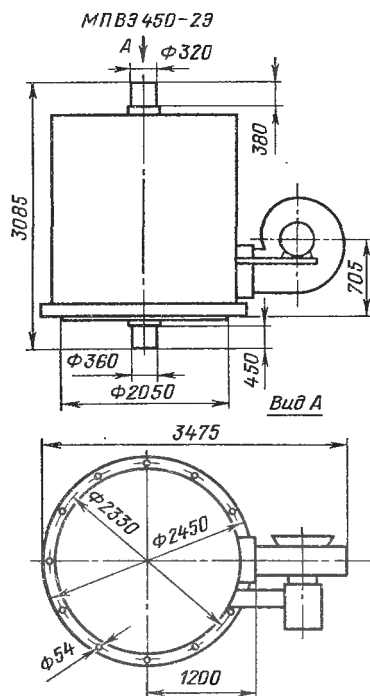
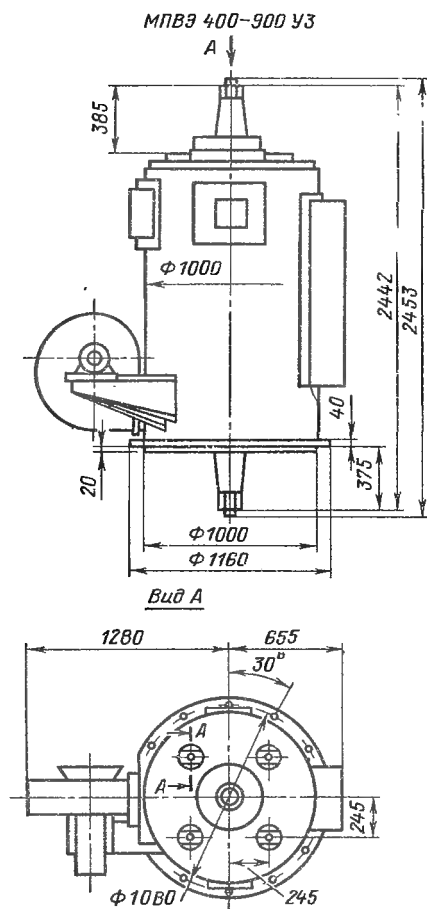


Рис. 21.1. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей МПВЭ 400-900 УЗ и МПВЭ 450-29

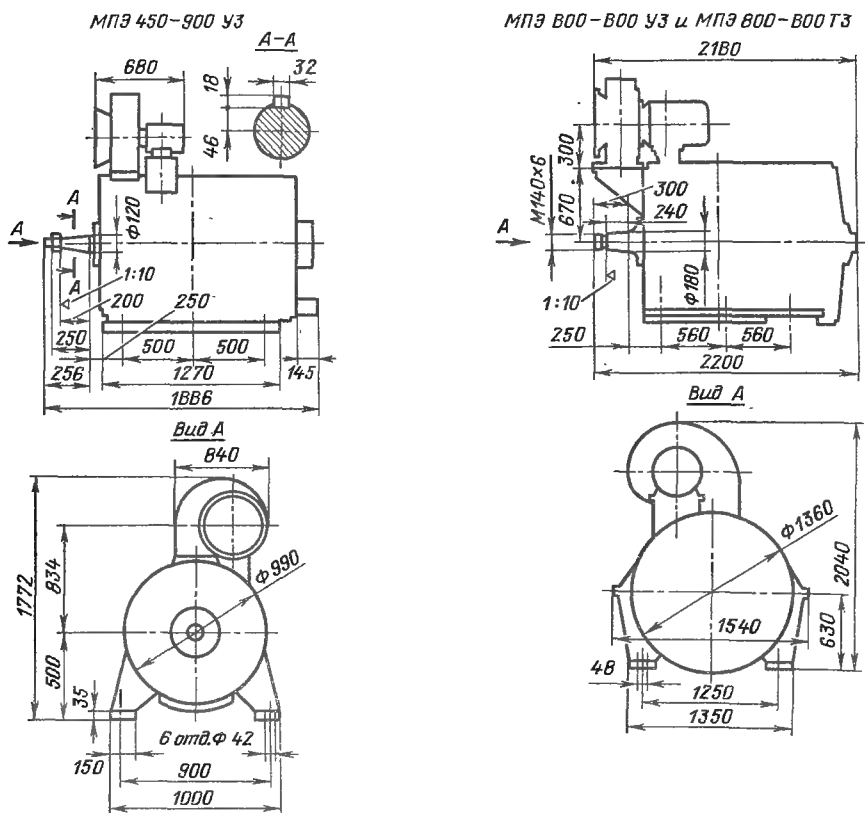


Рис. 21.2. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей МПЭ 450-900 УЗ и МПЭ 800-800 УЗ, МПЭ 800-800 ТЗ

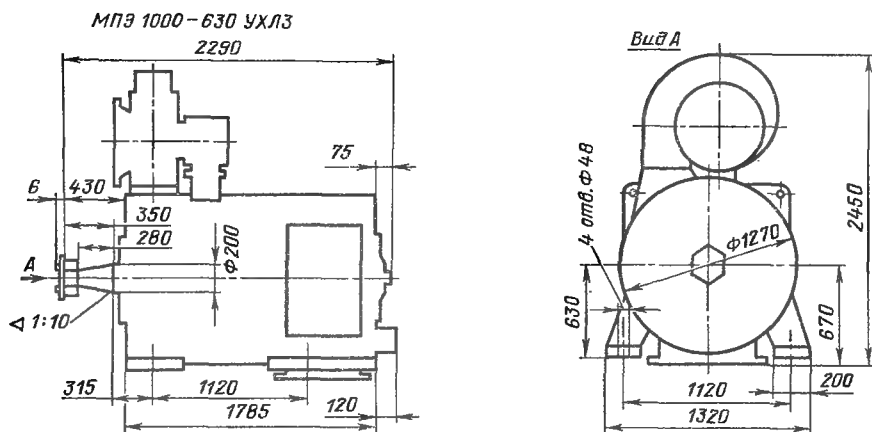
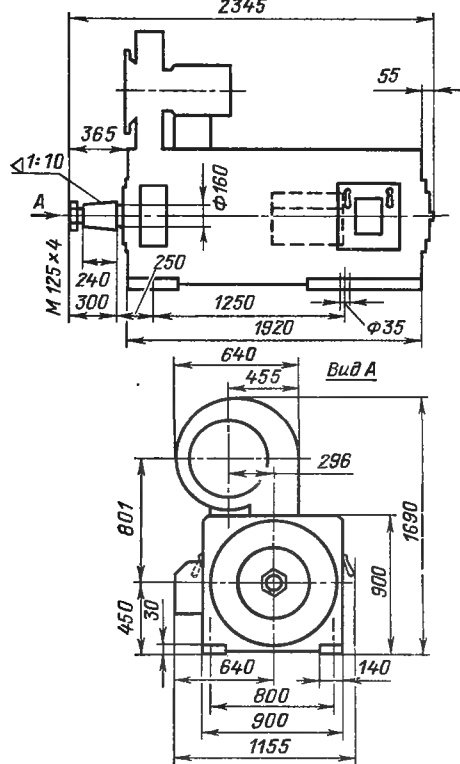


Рис. 21.3. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей МПЭ 1000-630 УХЛЗ и МПЭ 500-500 УХЛЗ

МПЭ 500-500 УХЛЗ

2345



Продолжение рис. 21.3

ГПЭ 2500-750 УХЛЗ

2470

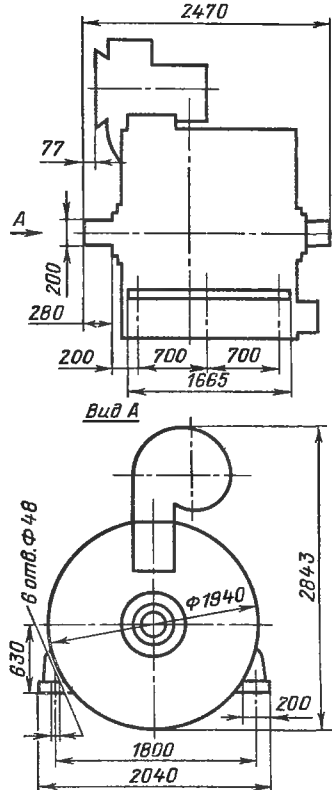
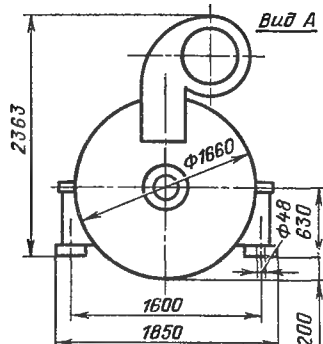
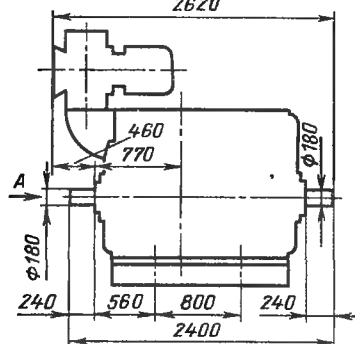


Рис. 21.4. Габаритные и установочно-присоединительные размеры генераторов ГПЭ 2500-750 УХЛЗ и ГПЭ 1700-1000 УЗ

ГПЭ 1700-1000 УЗ

2620



Продолжение рис. 21.4

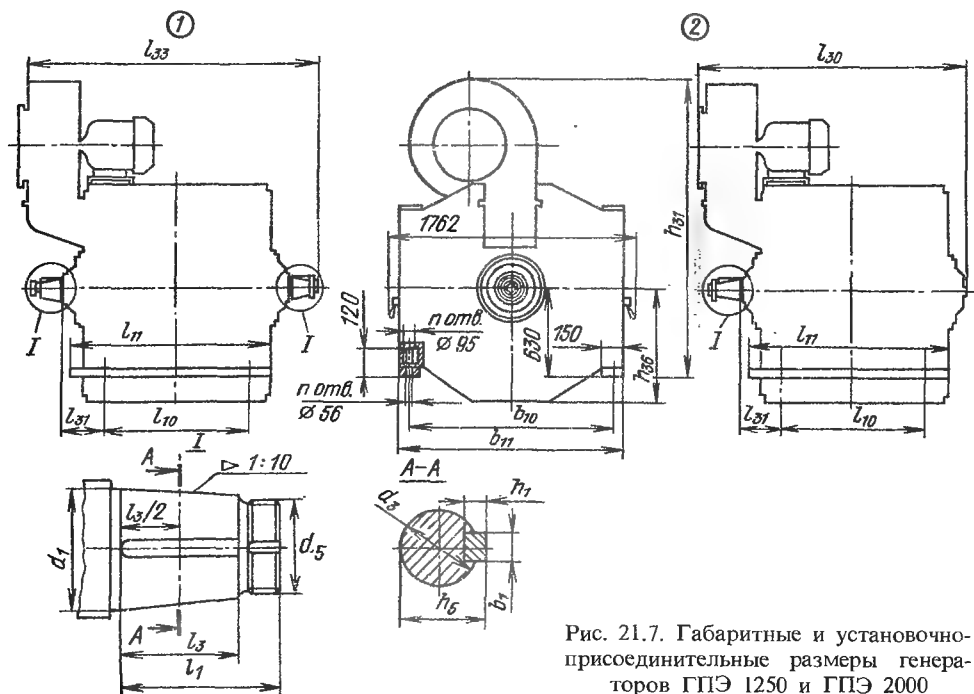


Рис. 21.7. Габаритные и установочно-присоединительные размеры генераторов ГПЭ 1250 и ГПЭ 2000

21.2. Экскаваторные генераторы постоянного тока мощностью до 1000 кВт

Генераторы постоянного тока предназначены для питания двигателей приводов механизмов экскаватора. Выпуск большинства типов генераторов, данные которых приводятся в табл. 21.6, в ближайшие годы будет прекращен. В настоящее время они выпускаются в соответствии с ТУ 16-514.179-74.

Генераторы имеют климатические исполнения У, ХЛ и Т категории 2 по ГОСТ 15150-69; предназначены для режима работы S1; допустимая степень искрения под щетками 1; изоляция обмоток — класса нагревостойкости F.

Генераторы, кроме 2МП 542-1/2М, имеют подшипники качения.

Для предотвращения увлажнения изоляции в генераторах климатических исполнений ХЛ, Т (кроме МП 542-1/2М) встроенны электронагреватели типа ТЭН-78А 13/0,5 на напряжение 220 В (ГОСТ 13268-83), включаемые на время останова генераторов.

Коэффициент готовности генераторов —

не менее 0,996 в первые 2 года эксплуатации и не менее 0,97 в последующие 3 года эксплуатации; срок службы до списания — 20 лет.

Таблица 21.6. Технические данные генераторов

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %
2МП 542-1/2М-У2	15	115	1500	84,3
2МП 542-1/2М-Т2	14	115	1500	84,2
2ПЭ 141-4К-1ХЛ2	280	630	1000	92,8
2ПЭ 141-4К-1У2	280	630	1000	92,8
2ПЭ 141-4К-1Т2	250	630	1000	92,7
2ПЭ 141-4К-3ХЛ2	280	630	1000	92,7
2ПЭ 141-4К-3У2	280	630	1000	92,7
2ПЭ 141-4К-3Т2	250	630	1000	92,6
2ПЭ 151-5К-3У2	560	750	1000	93,7
2ПЭ 151-5К-3ХЛ2	560	750	1000	93,7
2ПЭ 151-5К-3Т2	500	750	1000	93,5
2ПЭ 151-5К-2У2	560	750	1000	94,2
2ПЭ 151-5К-2ХЛ2	560	750	1000	94,2

Продолжение табл. 21.6

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %
2ПЭ 151-5К-2ТЭ	500	750	1000	94
2ПЭМ 400М-У2	50	375	1500	91,4
2ПЭМ 400М-Т2	45	375	1500	91,2
2ПЭМ 2000М-У2	118	330	1000	92,8
2ПЭМ 2000М-ХЛ2	118	330	1000	92,8
2ПЭМ 2000М-Т2	112	330	1000	92,2
2ПЭМ 2000М-1У2	200	410	1500	93,7
2ПЭМ 2000М-1Т2	185	410	1500	93,5
2ПЭМ 141-4К-2ХЛ2	280	630	1000	92,8
2ПЭМ 141-4К-2У2	280	630	1000	92,8
2ПЭМ 141-4К-2Т2	250	630	1000	92,7
2ПЭМ 151-8К-У2	560	560	1000	94,2
2ПЭМ 151-8К-ХЛ2	560	560	1000	94,2
2ПЭМ 151-8К-Т2	500	560	1000	94,2
2ГПЭ 13-14-2У2	132	610	1500	92,9

Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	КПД, %
2ГПЭ 13-14-2Т2	118	610	1500	92,8
2ГПЭ 85/36-6К-У2	1000	900	1000	94,9
2ГПЭ 85/36-6К-Т2	900	900	1000	94,5
2ГПЭ 85/36-6К-2У2	1000	900	1000	94,9
2ГПЭ 85/36-6К-2ХЛ2	1000	900	1000	94,9
2ГПЭ 85/36-6К-2Т2	900	900	1000	94,5
2ПД 400-У2	45	230	1500	90,6
2ПД 2000-У2	200	460	1500	93,2
МП 542-1/2М-1Т2	118	115	1180	83,2
ГЭМ 400М-1Т2	40	375	1180	90,6
ГПЭ 13-14/2М-Т2	118	610	1180	92,3
ГЭМ 2000М-2Т2	185	460	1180	93,3

21.3. Экскаваторные синхронные двигатели серии СДЭ2

Экскаваторные синхронные двигатели серии СДЭ2 на напряжение 6 и 10 кВ, частоту вращения 1000 об/мин (ГОСТ 18200-79) предназначены для работы от сети переменного тока частотой 50 Гц в качестве приводных электродвигателей преобразовательных агрегатов. Они выпускаются в климатическом исполнении У, ХЛ и Т категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69.

Двигатели (табл. 21.9) имеют горизонтальное расположение вала с двумя шитовыми подшипниками качения, разъемные подшипниковые щиты и два свободных конца вала. Фундаментная плита отсутствует. Двигатели имеют самовентиляцию по замкнутому циклу. Вход воздуха осуществляется из помещения через щиты, а выброс — вниз под плиту агрегата.

Изоляция обмоток — терморезистивная, класса нагревостойкости Н. Для предотвращения увлажнения изоляции предусмотрена

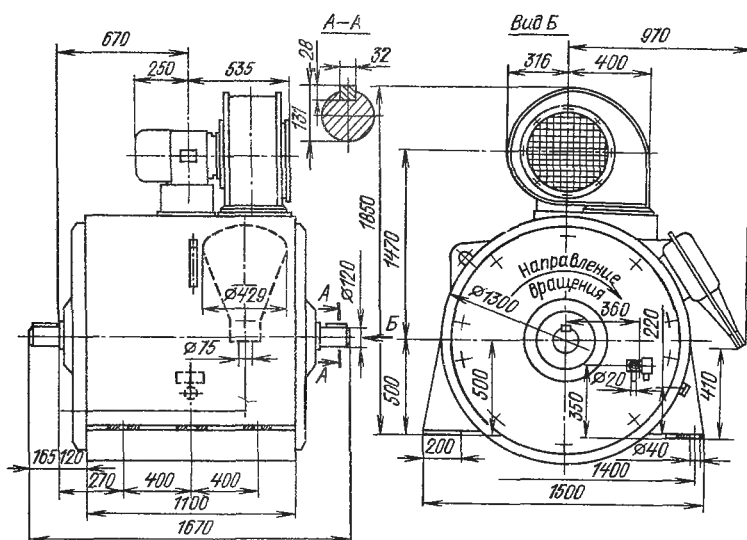


Рис. 21.8. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя СДЭ2-15-34-642

Продолжение табл. 21.8

Тип двигателя	b_{10}	b_{11}	d_t	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{31}	l_{33}	l_{90}	l_{91}	l_{93}	h_{33}	h_{36}
СДЭ2-16-36-6У2	1600	1850	160	1500	240	1000	1350	315	2200	500	1215	160	1380	1000
СДЭ2-16-36-6ХЛ2						1000	1350		2200	500	1215			
СДЭ2-16-46-6У2						1120	1450		2300	560	1265			
СДЭ2-16-46-6ХЛ2						1120	1450		2300	560	1265			
СДЭ2-16-57-6У2						1250	1560		2410	630	1320			
СДЭ2-16-57-6ХЛ2						1250	1560		2410	630	1320			
СДЭ2-17-46-6У2	2000	2100	160	2000	300	1400	1640	335	2670	710	1345	190	1630	1220
СДЭ2-17-46-6ХЛ2						1400	1640		2670	710	1345	190		
СДЭ2-17-57-6У2						1400	1750		2720	710	1425	160		
СДЭ2-17-57-6ХЛ2						1400	1750		2720	710	1425	160		
СДЭ2-17-69-6У2						1600	1870		2840	800	1545	160		
СДЭ2-17-69-6ХЛ2						1600	1870		2840	800	1545	160		

Примечание. Напряжение двигателей СДЭ2-17-46-6У2 и СДЭ2-17-57-6У2 6 кВ, остальных — 10 кВ.

Таблица 21.9. Технические данные экскаваторных синхронных двигателей типа СДЭ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, кВ	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %
СДЭ2-16-36-6У2	1000	6	1000	113	95,5
СДЭ2-16-36-6ХЛ2	1000	6	1000	113	95,5
СДЭ2-16-36-6У2	800	10	1000	54,5	94,5
СДЭ2-16-36-6ХЛ2	800	10	1000	54,5	94,5
СДЭ2-16-46-6У2	1250	6	1000	140	96
СДЭ2-16-46-6ХЛ2	1250	6	1000	140	96
СДЭ2-16-46-6У2	1000	10	1000	68	95
СДЭ2-16-46-6ХЛ2	1000	10	1000	68	95
СДЭ2-16-57-6У2	1600	6	1000	179	96,4
СДЭ2-16-57-6ХЛ2	1600	6	1000	179	96,4
СДЭ2-16-57-6У2	1250	10	1000	84	95,5
СДЭ2-16-57-6ХЛ2	1250	10	1000	84	95,5
СДЭ2-17-46-6У2	2000	6	1000	212	96,3
СДЭ2-17-46-6ХЛ2	2000	6	1000	212	96,3
СДЭ2-17-46-6У2	1600	10	1000	108	95,3
СДЭ2-17-46-6ХЛ2	1600	10	1000	108	95,3
СДЭ2-17-57-6У2	2500	6	1000	264	96,4
СДЭ2-17-57-6ХЛ2	2500	6	1000	264	96,4
СДЭ2-17-57-6У2	2000	10	1000	135	95,7
СДЭ2-17-57-6ХЛ2	2000	10	1000	135	95,7
СДЭ2-17-69-6У2	2500	10	1000	158	96,2
СДЭ2-17-69-6ХЛ2	2500	10	1000	158	96,2
СДЭ2-17-69-8У2	2500	6	750	266	96,2
СДЭ2-17-69-8ХЛ2	2500	6	750	142	96
СДЭ2-17-69-8У2	2250	10	750	142	96
СДЭ2-17-69-8ХЛ2	2250	10	750	142	96
СДЭ2-15-34-6У2	630	6	1000	72	93,8

Примечание. В таблице приняты обозначения: $I_{\text{ном}}$, $I_{\text{п}}$, $I_{\text{в}}$ — токи номинальный, пусковой, $J_{\text{мех}}$ — момент инерции рабочего механизма.

установка двух встроенных электронагревателей на напряжение 220 В, которые включаются при останове двигателя.

Корпус статора — сварной из листового проката, неразъемный, состоит из стоек, соединенных между собой продольными ребрами жесткости, и имеет наружную обшивку с отверстиями для входа и выхода охлаждающего воздуха.

Остов ротора — стальной. Обмотка возбуждения состоит из отдельных катушек, изготовленных из полосовой меди, намотанной на ребро. Сердечники полюсов выполняются из листовой стали. В отверстиях полюсных башмаков расположена пусковая обмотка из круглых стержней. Подшипники качения устанавливаются в стальные сварные разъемные подшипниковые шиты. Под-

шипниковые узлы двигателей позволяют производить частичную замену и пополнение смазки без разборки двигателей.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры показаны на рис. 21.8 и в табл. 21.7 и 21.8.

21.4. Двигатели постоянного тока для экскаваторов, выполненные на базе крановых двигателей

Экскаваторная модификация крановых двигателей постоянного тока (см. п. 19.2.1) горизонтального исполнения применяется для механизмов подъема и напора и вертикального исполнения — для механизмов

$\cos \varphi$	$\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{вх}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$U_{\text{в}}, \text{ В}$	$I_{\text{в}}, \text{ А}$	$J_{\text{мех}}, \text{ т} \cdot \text{м}^2$	Удельная масса, кг/кВт
0,9	2,1	0,75	1,1	5,8	40	287	3,5	6,21
0,9	2,1	0,75	1,1	5,8	40	287	3,5	6,21
0,9	2	0,75	1,1	5,8	36	280	3,5	7,71
0,9	2	0,75	1,1	5,8	36	280	3,5	7,71
0,9	2,1	0,8	1,2	6,2	44	277	4	5,56
0,9	2,1	0,8	1,2	6,2	44	277	4	5,56
0,9	2	0,85	1,2	6,5	45	285	4	6,93
0,9	2	0,85	1,2	6,5	45	285	4	6,93
0,9	2	0,8	1,2	6	47	271	4,5	4,89
0,9	2	0,8	1,2	6	47	271	4,5	4,89
0,9	2	0,9	1,3	6,8	48	275	4,5	6,24
0,9	2	0,9	1,3	6,8	48	275	4,5	6,24
0,95	2,1	0,7	1,3	6,5	55	282	5	5,45
0,95	2,1	0,7	1,3	6,5	55	282	5	5,45
0,95	2	0,7	1,4	6,5	55	282	5	6,7
0,95	2	0,7	1,4	6,5	55	282	5	6,7
0,85	2	0,7	1,4	6,8	62	275	5,5	5,06
0,85	2	0,7	1,4	6,8	62	275	5,5	5,06
0,9	2	0,7	1,5	7	57	252	5,5	6,29
0,9	2	0,7	1,5	7	57	252	5,5	6,29
0,95	1,9	0,7	1,5	7	57	232	6	5,55
0,95	1,9	0,7	1,5	7	57	232	6	5,55
0,95	2	0,75	1,0	6,3	73	273	11,6	5,61
0,95	2	0,75	1,0	6,3	73	273	11,6	5,61
0,95	2	0,8	1,1	6,5	65	246	11,65	6,24
0,95	2	0,8	1,1	6,5	65	246	11,65	6,24
0,9	2	0,9	1,2	6,2	36	316	3	5,1

возбуждения; $U_{\text{в}}$ — напряжение возбуждения; $M_{\text{вх}}$ — момент при входе двигателя в синхронизм;

Таблица 21.10. Двигатели типа ДЭ(В), ДПЭ(В), применяемые на экскаваторах

Тип экскаватора	Механизм экскаватора	Тип двигателя и его основные параметры	Конструктивное исполнение двигателя	Количество двигателей на механизм
ЭКГ-8И	Подъем	} ДЭ816 (190 кВт, 300 В, 720 об/мин, ПВ = 75%)	} IM 1003	2
ЭШ-6/45М	»			2
ЭШ-6/45М	Тяга			2
ЭКГ-4,6Б	Подъем	ДЭ816 (200 кВт, 440 В, 750 об/мин, ПВ = 100%)	IM 1004	1
ЭКГ-20	Поворот	ДЭВ816 (150 кВт, 220 В, 480 об/мин, ПВ = 100%)	IM 4014	4
ЭКГ-20	Напор	ДЭ816 (150 кВт, 440 В, 490 об/мин, ПВ = 100%)	IM 1003	2
ЭКГ-20	Ход	ДЭ816 (150 кВт, 440 В, 480 об/мин, 60 мин со стабилизирующей обмоткой)	IM 1004	2
ЭКГ-8И	Напор	ДЭ812 (100 кВт, 305 В, 750 об/мин, ПВ = 80%)	IM 1003	1
ЭКГ-12,5	Ход	ДЭ812 (100 кВт, 305 В, 750 об/мин, 60 мин)	IM 1004	2
Э-2505	Подъем	ДЭ812 (100 кВт, 305 В, 750 об/мин, ПВ = 80%)	IM 1003	1
ЭКГ-8И	Поворот	ДЭВ812 (100 кВт, 305 В, 750 об/мин, ПВ = 80%)	IM 4014	2
ЭШ-6/45М	»	ДЭВ812 (100 кВт, 305 В, 750 об/мин, ПВ = 80%)	IM 4014	2
ЭКГ-12,5	Напор	ДПЭ82А* (140 кВт, 440 В, 610 об/мин, ПВ = 100%)	IM 1004	1
ЭКГ-12,5	Поворот	ДПВ82А** (190 кВт, 270 В, 740 об/мин, ПВ = 75%)	IM 4014	3
ЭКГ-4,6Б	»	ДПВ52 (60 кВт, 305 В, 1230 об/мин, ПВ = 80%)	IM 3014	2
Э-2505	»	ДПВ52** (50 кВт, 305 В, 900 об/мин, ПВ = 60%)	IM 3014	1
ЭКГ-4,6Б	Напор	ДПЭ52** (54 кВт, 395 В, 1200 об/мин, ПВ = 100%)	IM 1004	1
ЭКГ-4,6Б	Ход	ДПЭ52 (54 кВт, 395 В, 1200 об/мин, 45 мин)	IM 1003	1
Э-2505	Напор	ДПЭ52** (54 кВт, 395 В, 1200 об/мин, ПВ = 100%)	IM 1003	1
ЭКГ-8И	Ход	ДПЭ52** (54 кВт, 395 В, 1200 об/мин, 45 мин)	IM 1004	2
ЭКГ-4,6	Открытие ковша	ДПЭ12 (3,6 кВт, 110 В, 1430 об/мин, ПВ = 25%, смешанное возбуждение)	IM 1001	1

* Заменяются на двигатели ДЭ816 и ДЭВ816.

** Заменяются на двигатели ДЭВ808 и ДЭ808.

поворота одноковшовых экскаваторов с емкостью ковша от 3 до 20 м³ (табл. 21.10). Двигатели имеют специальные обмотки независимого возбуждения на напряжение 80—110 В, рассчитанные на ПВ = 100 %. Все

четыре катушки соединены последовательно и имеют два выводных конца.

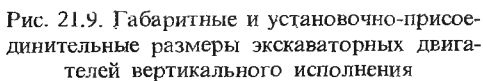
Номинальное напряжение якорей двигателей в системе Г—Д отличается от стандартных напряжений 220 или 440 В. Катушки

Таблица 21.11 Технические данные экскаваторных двигателей постоянного тока ДЭ (В) и ДПЭ (В)

Тип двигателя	Исполнение по способу охлаждения	Режим работы	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота вращения, об/мин		Максимальный момент, Н·м	Максимальный момент при трогании, Н·м	Ток, А, соответствующий моменту		Количество охлаждающего воздуха, м³/мин	Статический напор, Па	Момент инерции якоря, кг·м²
						номинальная	максимальная			максимальному	максимальному при трогании			
ДПЭ12	Закрытое	ПВ = 25 %	3,6	110	42	1430	3600	64	74	125	140	—	—	0,05
ДПЭ (В) 52	Продуваемое	ПВ = 100 %	54	395	150	1200	2200	1030	1225	380	460	13	750	1,9
	»	ПВ = 60 %	50	305	180	900	2200	1030	1225	380	460	13	750	1,9
	Закрытое	45 мин	54	395	150	1200	2200	1030	1225	380	460	—	—	1,9
	Продуваемое	ПВ = 100 %	60	305	220	1230	2200	932	1130	470	570	13	750	1,9
ДЭ (В) 812	Продуваемое	ПВ = 80 %	100	305	360	750	1900	2945	3290	900	1000	25	400	7
ДПВ-82А	То же	ПВ = 75 %	190	270	760	740	1500	4610	5590	1550	1900	40	600	16
ДПЭ-82А	То же	ПВ = 100 %	140	440	350	610	1500	4660	5490	790	940	40	600	17
		ПВ = 75 %	220	440	540	750	1600	5690	6870	1250	1530	35	450	16
		ПВ = 100 %	200	440	480	750	1600	5690	6870	1250	1530	35	450	16
ДЭ816	То же	ПВ = 100 %	150	440	370	490	1600	6330	7010	830	975	35	450	16
	Закрытое	60 мин	150	440	370	480	1600	7850	8830	1000	1125	—	—	16
	Продуваемое	ПВ = 75 %	190	300	680	780	1600	4610	5590	1350	1700	40	600	16
ДЭВ812	То же	ПВ = 100 %	150	220	480	740	1600	8040	8830	2120	2350	35	450	16

Таблица 21.12. Габаритные размеры, мм, и масса экскаваторных двигателей вертикального исполнения (рис. 21.9)

Тип двигателя	$d_{отх}$	d_1	d_5	d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{24}	d_{25}	d_{26}	d_{27}	l_1	l_3	l_{20}	l_{21}	l_{22}	l_{33}	l_{39}	l_{40}	Масса, кг
ДПВ52	680	75	M48 × 3—6g	640	380	26	M16—7H; h25	700	570	330	430	140	105	10	21	8	1320	120	233	925
ДЭВ812	950	110	M80 × 4—8g	900	480	35	M16—7H; h25	970	800	430	535	210	165	15	32	5	1610	95	253	1800
ДЭВ816	1050	130	M100 × 4—8g	940	480	28	M16—7H; h16	1000	880	430	605	200	150	6	36	5	1796	0	220	3260



Двигатели имеют срок гарантии 3 года с момента поставки внутри страны, срок службы 15 лет, вероятность безотказной работы при доверительной вероятности 0,8 и 3 годах эксплуатации не менее 0,95 – для типа ДПЭ и не менее 0,98 – для типа ДЭ.

Технические данные, габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей приведены в табл. 21.11 и 21.12 и на рис. 21.9.

В состав агрегата (рис. 21.10) входят три генератора постоянного тока ПЭ 174-7К и синхронный двигатель типа СДЭ2-17-46-6У2.

Мощность, кВт	1600/1000
Напряжение, В	750/450
Частота вращения, об/мин	1000
КПД, %	94,5
Масса, кг	11 350

Генератор имеет независимую, последовательную и параллельную обмотки возбуждения и обмотку управления. Обмотка не-

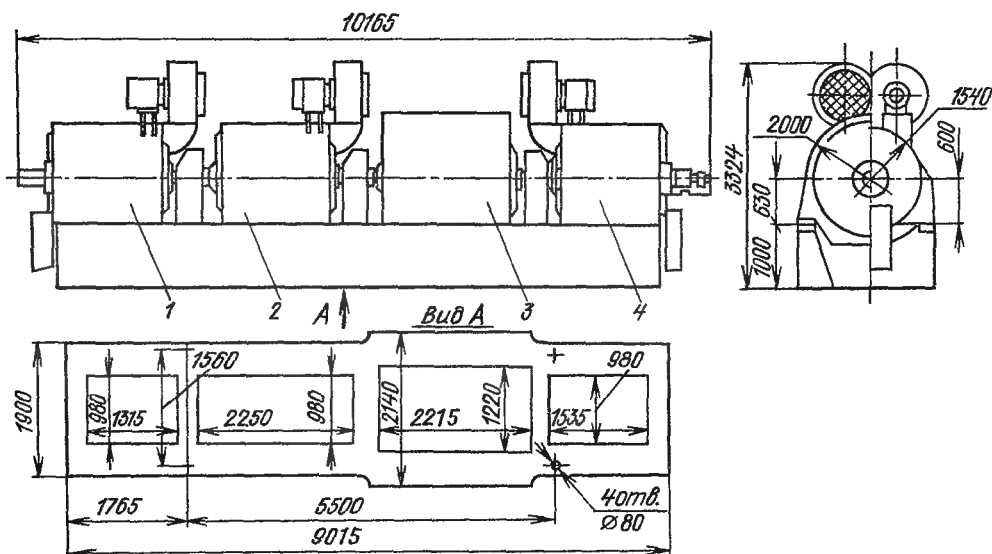


Рис. 21.10. Преобразовательный агрегат АПЭ-ЭШ 15/90А:

1 — генератор поворота ПЭ 174-7К; 2 — генератор тяги ПЭ 174-7К; 3 — синхронный двигатель СДЭ2-17-46-6У2; 4 — генератор подъема ПЭ 174-7К

зависимого возбуждения состоит из двух полуобмоток, каждая из которых расположена на одноименных полюсах, рассчитана на 50 В и имеет четыре вывода. Последовательная одновитковая обмотка расположена на четырех одноименных полюсах и включена встречно основным обмоткам возбуждения. На четырех других одноименных полюсах расположена обмотка управления, предназначенная для стабилизации переходных процессов при переходных режимах электропривода.

Генераторы имеют взаимозаменяемые якоря, а магнитные системы их допускают переключение специальных обмоток и замену траверс. Сердечник якоря генераторов насажен на корпус якоря, в осевом направлении

удерживается нажимными шайбами и кольцевыми шпонками. В сердечнике имеются аксиальные и радиальные каналы. Обмотка якоря — лягушечья, двухходовая. Изоляция обмоток — влагостойкая класса F.

Станина генератора — стальная сварная, разъемная. Для транспортировки в верхней части станины предусмотрены торцевые проушины. Щиты — стальные сварные.

Вентиляция генератора — принудительная, двигателя — самовентиляция.

Агрегат поставляется на общей фундаментной плите, рассчитанной для установки на металлическом нестроганом основании непосредственно или на резиновых амортизаторах.

РАЗДЕЛ 22

СУДОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

22.1. Особенности судовых электрических машин

Современные морские и речные суда оснащены большим количеством разнообразных, выполняющих различные функции

электрических машин, среди них двигатели главного привода гребных винтов, установленные на мощных дизель- и атомоходах, и различные двигатели средней и малой мощности, приводящие в движение краны, лебедки, помпы и другие вспомогательные

механизмы. Для питания энергохозяйства судов используются синхронные генераторы или генераторы постоянного тока.

Все судовые электрические машины отличаются от машин общего назначения, как правило, исполнением по степени защиты от влияния окружающей среды и увеличенной надежностью.

Ряд судовых двигателей, например двигатели привода лебедок для поднятия якорных цепей, допускают работу на упор, т. е. при полном напряжении сети могут находиться в течение относительно длительного времени в заторможенном состоянии.

Мощность двигателей постоянного тока для привода судовых гребных винтов достигает нескольких тысяч киловатт. Они выпускаются на базе крупных двигателей постоянного тока. Технические данные двигателей для привода гребных судов приведены в т. 1 Справочника в разделе «Машины постоянного тока».

Технические данные судовых двигателей, выполненных на базе серий АИ, 4А и АО2, приведены в т. 1 Справочника в соответствующих разделах.

22.2. Судовые синхронные генераторы серии МСК

Генераторы серии МСК предназначены для питания электрической энергией силовых и осветительных установок и рассчитаны для длительной автономной работы, параллельной работы с другими генераторами, а также

для параллельной работы с сетью большой мощности. Режим работы — S1 по ГОСТ 183-74. Климатическое исполнение и категория размещения — ОМ4 по ГОСТ 15150-69.

Генераторы обеспечивают надежную работу при номинальной мощности в следующих условиях:

при температуре окружающего воздуха от 5 до 45 °С, относительной влажности окружающего воздуха до 98 %, температуре охлаждающей воды до 30 °С;

при длительном крене и дифференте до 10°, кратковременном крене до 45° и дифференте до 15°.

Серия синхронных генераторов МСК (табл. 22.1) включает в себя шесть машин на частоту вращения 1000 об/мин и шесть машин на частоту вращения 1500 об/мин. Генераторы допускают эпизодическую (5—7 раз за срок службы) кратковременную (до 2 ч) работу с номинальной мощностью при температуре окружающей среды до 60 °С. Частота напряжения 50 Гц, $\cos \varphi = 0,8$.

Генераторы имеют систему самовозбуждения, которая обеспечивает самовозбуждение генераторов при работе на холостом ходу с частотой вращения не менее 95 % номинальной в том случае, если остаточная ЭДС генератора составляет не менее 1 % номинального напряжения.

Генераторы выдерживают без повреждений аварийное короткое замыкание в течение 10 с в режимах любой нагрузки от холостого хода до номинальной при автоматическом регулировании напряжения. Ге-

Таблица 22.1. Технические данные генераторов серии МСК

Тип генератора	Номинальная мощность, кВт	Напряжение, В	КПД, %	Частота вращения, об/мин	Соединение фаз статора
МСК 625-1500	500	400 или 200	92	1500	Звезда или треугольник
МСК 750-1500	600	400	92,5	1500	Звезда
МСК 940-1500	750	400	93	1500	»
МСК 1250-1500	1000	400	93	1500	»
МСК 1560-1500	1250	400	93,5	1500	»
МСК 1875-1500	1500	400	93,5	1500	»
МСК 500-1000	400	400	90,2	1000	»
МСК 500-1000	400	230	90,2	1000	Треугольник
МСК 625-1000	500	400	90,6	1000	Звезда
МСК 625-1000	500	230	90,6	1000	Треугольник
МСК 790-1000	630	400	91,2	1000	Звезда
МСК 1000-1000	800	400	92	1000	»
МСК 375-1000	300	400	92	1000	»
МСК 375-1000	300	230	92	1000	Треугольник

Примечание. Значения КПД приведены для 75 %-ной номинальной нагрузки.

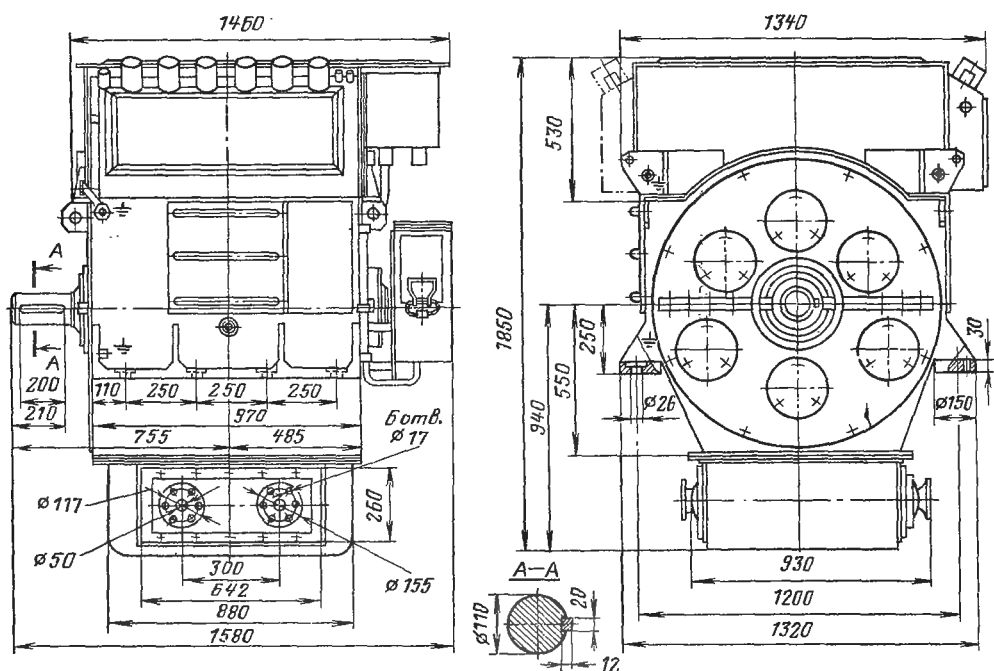


Рис. 22.1. Габаритные и установочно-присоединительные размеры генератора МСК 375-1000

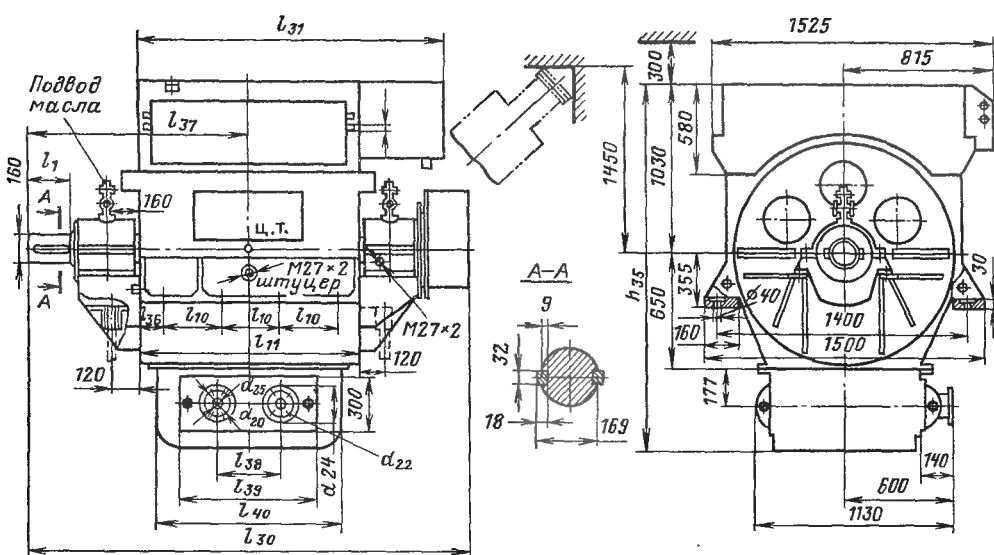


Рис. 22.2. Габаритные и установочно-присоединительные размеры генераторов МСК...-1500

Таблица 22.2. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса генераторов серии МСК

Тип генератора	Рисунок	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{14}	l_{15}	l_{16}	l_{30}	l_{31}	l_{36}	l_{37}	l_{38}	l_{39}	l_{40}	l_{92}
МСК 1250-1500	22.2	160	270	1080	—	—	—	2075	1520	135	1000	280	720	990	—
МСК 1560-1500		190	320	1240	—	—	—	2275	1690	140	1115	400	897	1160	—
МСК 1875-1500		220	350	1360	—	—	—	2415	1800	155	1200	400	897	1270	—
МСК 1250-1500/Ф	22.3	—	—	1080	270	540	810	1750	1520	135	650	280	720	—	—
МСК 1560-1500/Ф		—	—	1240	320	640	960	1915	1690	140	735	400	900	—	—
МСК 1875-1500/Ф		—	—	1360	350	700	1050	2030	1860	155	790	400	900	—	—
МСК 500-1000	22.4	—	—	—	—	—	—	275	—	—	—	—	—	—	1826
МСК 625-1000		—	—	—	—	—	—	325	—	—	—	—	—	—	1760
МСК 790-1000		—	—	—	—	—	—	295	—	—	—	—	—	—	1820
МСК 1000-1000		—	—	—	—	—	—	315	—	—	—	—	—	—	1920

Продолжение табл. 22.2

Тип генератора	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	h_{35}	h_{37}	b_{10}	b_{11}	Момент инерции ротора, кг · м ²	Тип блока самовозбуждения	Масса, кг
МСК 1250-1500	117	6 отв. Ø 17	155	50	2045	—	—	—	52	БСВ-1250	6000
МСК 1560-1500	152	8 отв. Ø 17	190	80	2075	—	—	—	60	БСВ-1560	6600
МСК 1875-1500	152	8 отв. Ø 17	190	80	2075	—	—	—	71	БСВ-1875	7500
МСК 1250-1500/Ф	117	6 отв. Ø 17	155	50	—	—	—	—	52	БСВ-1250	5850
МСК 1560-1500/Ф	152	8 отв. Ø 17	190	80	—	—	—	—	60	БСВ-1560	6520
МСК 1875-1500/Ф	152	8 отв. Ø 17	190	80	—	—	—	—	71	БСВ-1875	7400
МСК 500-1000	—	—	—	—	—	1910	1300	1425	—	—	4275
МСК 625-1000	—	—	—	—	—	2130	1480	1580	—	—	5200
МСК 790-1000	—	—	—	—	—	2130	1480	1580	—	—	5550
МСК 1000-1000	—	—	—	—	—	2130	1480	1580	—	—	6200

ного ротора выполнен из поковки как одно целое с валом. В башмаках шихтованных полюсов размещается демпферная обмотка из круглых медных стержней. Обмотка возбуждения выполнена из неизолированной ленточной меди. Контактные кольца находятся со стороны, противоположной приводу.

По обе стороны полюсов ротора на валу установлены вентиляторы. В специальном кожухе в нижней части корпуса предусматривается установка воздухоохладителя.

Аппаратура системы возбуждения выполнена в виде отдельных блоков. Силовая часть системы возбуждения, осуществляющая изменение тока возбуждения в зависимости

от нагрузки и ее характера, включает в себя компаундирующий трансформатор и кремниевый выпрямитель. Для начального возбуждения применяется резонансный контур, настроенный на резонанс при частоте, близкой к номинальной.

Генераторы серии МСК должны размещаться в вентилируемом помещении с возможностью доступа воздуха к щеточному аппарату и контактными кольцам, а также к коробке выводов. Должна быть предусмотрена также возможность осмотра элементов системы возбуждения.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры генераторов приведены на рис. 22.1—22.4 и в табл. 22.2.

22.3. Судовые синхронные генераторы серии СБГ

Генераторы серии СБГ (ГОСТ 14965-80) предназначены для работы в составе автоматизированных дизель-генераторных и турбогенераторных установок на судах с неограниченным районом плавания. Напряжение генераторов 400 В, 50 Гц. Режим работы — продолжительный S1 по ГОСТ 183-74. Климатическое исполнение и категория размещения — ОМ4 по ГОСТ 15150-69.

Технические данные генераторов

Тип генератора	Мощность кВ·А/кВт	Синхронная частота вращения, об/мин
СБГ 1600-1500	2000/1600	1500
СБГ 1000-1500	1250/1000	1500
СБГ 800-1500	1000/800	1500
СБГ 500-1500	625/500	1500
СБГ 800-1000	1000/800	1000
СБГ 630-1000	788/630	1000
СБГ 500-1000	625/500	1000
СБГ 400-1000	500/400	1000
СБГ 1000-1000	1250/1000	1000
СБГ 1250-750	1550/1250	750

СБГ 1000-750	1250/1000	750
СБГ 800-750	1000/800	750
СБГ 630-750	788/630	750
СБГ 500-750	625/500	750

Генераторы рассчитаны на работу в следующих условиях:

при температуре окружающего воздуха от -10°C до 45°C , относительной влажности воздуха 98 % при температуре 25°C и относительной влажности 83 % при температуре 40°C и содержании в окружающей среде масляных паров;

при длительном крене судна до 15° и дифференте до 10° и кратковременном крене судна до 45° , а также при бортовой качке до 22° от вертикали с периодами качки 7—9 с и килевой качке до 10° от вертикали;

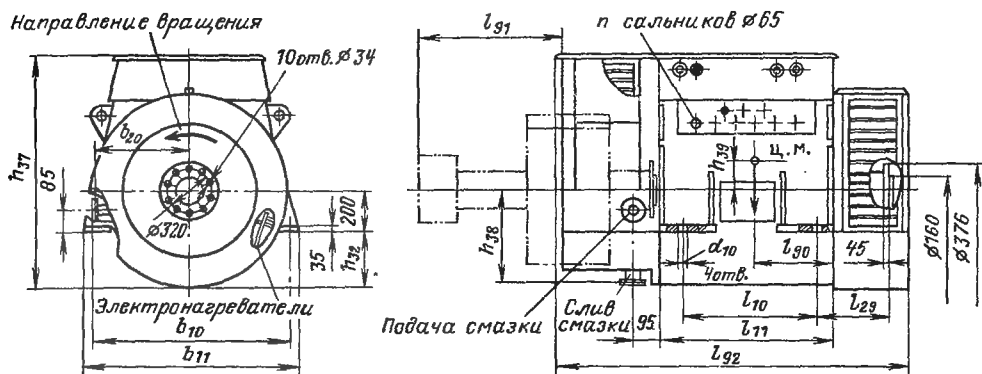
при длительной вибрации судовых фундаментов с частотой от 5 до 30 Гц;

при ударах с ускорением до $3g$ (30 м/с^2) с частотой до 40—80 ударов в минуту.

Генераторы имеют самовентиляцию по разомкнутому циклу. КПД генераторов 95% (генераторов СБГ 800-500 — 93%).

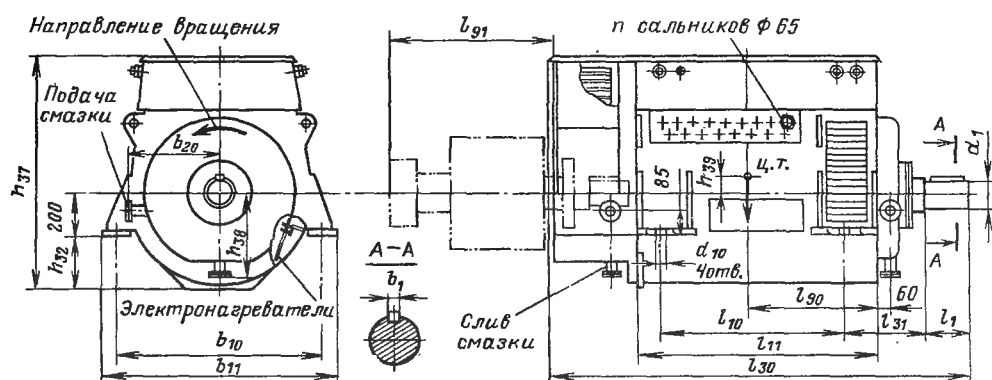
Возбуждение генераторов серии СБГ — бесщеточное с вращающимися тиристорами, осуществляемое по основному каналу регули-

Таблица 22.3. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса генераторов СБГ...-750ОМ4



Тип генератора	b_{10}	b_{11}	b_{20}	l_{10}	l_{11}	l_{29}	l_{90}	l_{91}	l_{92}	h_{32}	h_{37}	h_{38}	h_{39}	d_{10}	n	Момент инерции, $\text{т} \cdot \text{м}^2$	Масса, кг
СБГ500-750ОМ4	1250	1400	680	560	750	530	450	1300	1900	440	1500	545	30	48	4	0,12	4100+205
СБГ630-750ОМ4	1250	1400	680	560	750	530	450	1300	1900	440	1500	545	30	48	6	0,14	4800+240
СБГ800-750ОМ4	1250	1400	680	710	900	530	550	1400	2050	440	1500	545	30	48	6	0,168	5100+255
СБГ1000-750ОМ4	1600	1750	760	800	1000	560	600	1600	2250	510	1740	665	50	48	9	0,212	7000+350
СБГ1250-750ОМ4	1600	1750	760	900	1200	560	700	1800	2400	510	1740	665	50	48	11	0,253	8500+425

Таблица 22.4. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса генераторов СБГ...-1000ОМ4

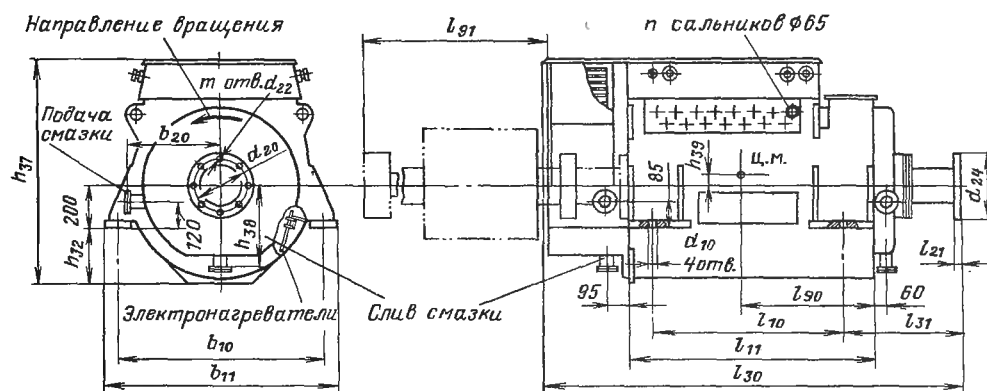


Тип генератора	d_1	d_{10}	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{20}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}
СБГ400-1000ОМ4	130	35	28	1000	1140	450	250	900	1050	2050
СБГ500-1000ОМ4	130	42	32	1120	1250	575	250	900	1050	2050
СБГ630-1000ОМ4	150	42	32	1120	1250	575	250	1000	1200	2300
СБГ630-1000ОМ4	150	42	36	1250	1400	650	300	1000	1200	2300
СБГ1000-1000ОМ4	160	42	40	1250	1400	650	300	1000	1200	2350

Продолжение табл. 22.4

Тип генератора	l_{31}	l_{90}	l_{91}	h_{32}	h_{37}	h_{38}	h_{39}	n	Момент инерции, $\text{т} \cdot \text{м}^2$	Масса, кг
СБГ400-1000ОМ4	224	620	1450	190	1050	450	30	4	0,03	2650
СБГ500-1000ОМ4	224	620	1450	250	1160	560	30	4	0,045	3500
СБГ630-1000ОМ4	250	650	1700	250	1160	560	30	6	0,0575	4200
СБГ630-1000ОМ4	250	650	1700	325	1350	620	50	6	0,085	4700
СБГ1000-1000ОМ4	250	650	1750	325	1350	620	50	9	0,103	5300

Таблица 22.5. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса генераторов СБГ...-1500ОМ4



Продолжение табл. 22.5

Тип	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{24}	b_{10}	b_{11}	b_{20}	l_{10}	l_{11}	l_{21}	l_{30}
СБГ500-1500ОМ4	35	210	25	280	1000	1140	450	900	1050	35	2050
СБГ800-1500ОМ4	42	280	28	350	1120	1250	500	1000	1200	40	2300
СБГ1000-1500ОМ4	42	280	28	350	1120	1250	500	1000	1200	40	2350
СБГ1600-1500ОМ4	48	350	28	420	1250	1400	630	1200	1600	50	2720

Продолжение табл. 22.5

Тип	l_{31}	l_{90}	l_{91}	h_{32}	h_{37}	h_{38}	h_{39}	m	n	Момент инерции, Т·м ²	Масса, кг
СБГ500-1500ОМ4	300	600	1500	250	1200	400	20	6	4	0,019	2600
СБГ800-1500ОМ4	350	700	1750	350	1400	500	25	8	6	0,042	3800
СБГ1000-1500ОМ4	350	700	1750	350	1400	500	25	8	9	0,047	4100
СБГ1600-1500ОМ4	630	940	2300	390	1500	545	30	8	15	0,105	6000

рования со световой системой подачи сигналов управления при неизменном токе возбuditеля и по резервному — диодному — каналу регулирования посредством изменения тока возбуждения возбuditеля. Система возбуждения и автоматического регулирования в случае прекращения передачи сигналов управления на вращающуюся часть системы возбуждения переводится на резервный канал регулирования автоматически.

С первичными двигателями генераторы сопрягаются муфтами или жесткими фланцами.

Для предохранения обмоток генераторов от увлажнения предусмотрено включение в период стоянки электронагревательных элементов.

Корпус статора генератора — сварной из листовой стали. Сердечник статора с открытыми пазами выполнен из отдельных пакетов, разделенных вентиляционными каналами, запрессован в корпус и закреплен от смещения и проворота. Вал ротора — пельноконный с остовом. Сердечники полюсов набраны из штампованных листов. Обмотка возбуждения — из шинной меди; демпферная обмотка — из медных стержней. Подвозбудителем и возбuditелем генераторов являются обращенные синхронные машины.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры генераторов СБГ приведены в табл. 22.3—22.5.

22.4. Двигатели постоянного тока судовые серии ДПМ

Двигатели постоянного тока серии ДПМ используются на судах неограниченного рай-

она плавания для привода механизмов, требующих значительных перегрузочных моментов, большой частоты включений, широкого диапазона регулирования скорости. Серия состоит из десяти типов быстроходного исполнения и девяти типов тихоходного исполнения от 160-го до 315-го габарита включительно (табл. 22.6 и 22.8). Двигатели имеют встроенные дисковые тормоза серии ТДП, работающие от сети постоянного тока напряжением 110 или 220 В (табл. 22.7).

Режим работы — повторно-кратковременный или кратковременный. Климатическое исполнение — ОМ1.

Двигатели выпускаются со смешанным или параллельным возбуждением, а также со стабилизирующей обмоткой.

Допустимое превышение температуры коллектора, обмоток двигателя и тормоза 140°С. Класс нагревостойкости изоляции Н. При стоянке под током превышение температуры обмоток допускается до 250°С.

Перегрузка по току при номинальном напряжении — до 3-кратной при смешанном и параллельном возбуждении со стабилизирующей обмоткой, при параллельном возбуждении — до 2,7-кратной.

На напряжение 110 В поставляются двигатели только малых габаритов.

Уровень шума двигателей по 1-му классу — ГОСТ 16372-84.

Двигатели допускают увеличение частоты вращения по отношению к номинальной путем уменьшения тока в параллельной обмотке: в 2,5 раза — для тихоходного исполнения, в 2 раза — для быстроходного исполнения. При этом максимальный вращающий момент допускается не более 0,7

Таблица 22.6. Технические данные двигателей серии ДПМ смешанного возбуждения

Тип двигателя	ПВ = 25%			Режим 60 мин			Режим 30 мин			ПВ = 40%			Режим 5 мин
	$P_{2\text{ном}}$ кВт	$I_{\text{д,ном}}$ А	$n_{\text{ном}}$ об/мин	$P_{2\text{ном}}$ кВт	$I_{\text{д,ном}}$ А	$n_{\text{ном}}$ об/мин	$P_{2\text{ном}}$ кВт	$I_{\text{д,ном}}$ А	$n_{\text{ном}}$ об/мин	$P_{2\text{ном}}$ кВт	$I_{\text{д,ном}}$ А	$n_{\text{ном}}$ об/мин	$I_{\text{д,ном}}$ А
Быстроходные, напряжение 220 В													
ДПМ-11	2,8	16	1700	2,5	14,5	1720	3	18	1610	2,2	12,8	1800	35
ДПМ-12	3,8	21,5	1450	3,4	19,5	1460	4,3	25	1340	3	17	1550	43
ДПМ-21	5,5	31,5	1470	5,5	31,5	1450	6,5	38	1360	4,4	25	1550	70
ДПМ-22	8	45	1400	8	45	1390	10	56	1300	6,5	36	1475	105
ДПМ-31	12	65	1310	11,5	62	1290	14,5	78	1210	9,5	51	1360	160
ДПМ-32	16	85	1140	18	95	1100	22	120	1040	13	66	1200	235
ДПМ-41	23	120	1120	25	130	1090	30	160	1050	18	95	1160	300
ДПМ-42	32	165	1000	35	182	970	44	230	910	25	130	1040	430
ДПМ-52	42	214	970	49	250	900	60	310	860	32	164	1000	600
ДПМ-62	60	302	925	75	380	885	95	485	850	40	205	970	800
Тихоходные, напряжение 220 В													
ДПМ-11	2	12,5	1170	1,8	11	1200	2,2	14	1080	1,6	9,8	1260	26
ДПМ-12	3	17,5	1160	2,6	15,5	1175	3,2	19,5	1070	2,4	14	1230	26
ДПМ-21	4,5	27	1080	4,3	26	1060	5,0	31	1000	3,6	21	1140	55
ДПМ-22	6,0	34	1050	6	34	1050	7,5	43	970	4,8	27	1120	80
ДПМ-31	8,5	48	860	7,8	43	870	9,8	57	790	6,8	37	910	100
ДПМ-32	12	66	800	11	60	800	14	79	740	9,5	51	840	150
ДПМ-41	16	87	720	17	92	700	20	110	660	13	70	740	210
ДПМ-42	21	112	675	24	130	640	29	160	615	17	90	700	285
ДПМ-52	32	165	760	35	180	730	43	224	690	25	128	790	450
Быстроходные, напряжение 110 В													
ДПМ-11	2,7	31	1700	2,5	29	1720	3	36	1600	2,1	24	1840	70
ДПМ-12	3,6	42	1430	3,3	38	1450	4,2	50	1320	2,8	32	1540	85
ДПМ-21	5,5	63	1450	5,5	63	1430	6,5	76	1340	4,4	50	1520	140
ДПМ-31	12	131	1300	11,2	122	1280	14	155	1200	9,4	102	1350	315

Таблица 22.7. Основные параметры дисковых тормозов типа ТДП

Тип тормоза	Тормозной момент, Н·м								Энергия торможения при ПВ = 40%, 10 ³ Дж/ч	Частота вращения, об/мин		Наибольшая мощ- ность, потребляемая катушкой в режиме 30 мин, Вт	Допустимый ход, мм	Момент инерции вра- щающихся масс, кг·м ²
	при нагретых в соот- ветствии с данным режимом дисках				устанавливаемый при холодных дисках					номинальная	максимальная			
	30 мин	60 мин	ПВ = 40 %	ПВ = 100 %	30 мин	60 мин	ПВ = 40 %	ПВ = 100 %						
ТДП-1	39	29	31	29	43	32	37	35	200	1600	3300	80	0,5—2,5	0,013
ТДП-2	98	68	78	68	108	78	108	98	500	1400	3200	110	1—3	0,025
ТДП-3	245	177	195	177	275	195	275	245	1000	1250	3000	120	1—3	0,075
ТДП-4	590	440	390	390	650	490	560	560	1400	1100	2300	240	1,5—4,5	0,018
ТДП-5	880	710	570	570	980	785	815	815	2000	900	2100	240	1,5—5,5	0,12
ТДП-6	1370	1080	835	835	1520	1180	1180	1180	2000	950	1700	280	2—5,5	0,35
ТДПВ-2	98	68	78	68	108	78	108	98	200	1400	3200	110	2—3,5	0,025
ТДПВ-2Н	59	39	39	39	64	44	49	54	200	1400	3200	110	2—3,5	0,017

Таблица 22.8. Технические данные двигателей серии ДПМ параллельного возбуждения со стабилизирующей обмоткой и без неё

Тип двигателя	ПВ = 25 %				Режим 60 мин				Режим 30 мин				ПВ = 40 %				Режим 5 мин	Момент инерции якоря, кг·м ²	n_{max} , об/мин
	$P_{2ном}$, кВт	$I_{я,ном}$, А	$n_{ном}$ (со стабилизацией), об/мин	$n_{ном}$ (без стабилизации), об/мин	$P_{2ном}$, кВт	$I_{я,ном}$, А	$n_{ном}$ (со стабилизацией), об/мин	$n_{ном}$ (без стабилизации), об/мин	$P_{2ном}$, кВт	$I_{я,ном}$, А	$n_{ном}$ (со стабилизацией), об/мин	$n_{ном}$ (без стабилизации), об/мин	$P_{2ном}$, кВт	$I_{я,ном}$, А	$n_{ном}$ (со стабилизацией), об/мин	$n_{ном}$ (без стабилизации), об/мин	$I_{я,ном}$, А		

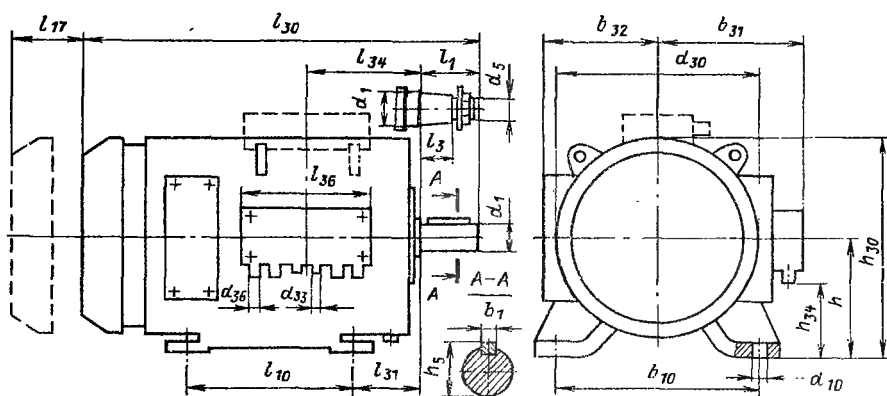
Быстроходные, напряжение 220 В

ДПМ-11	2,8	16	1750	1800	2,5	14,5	1740	1790	3	18	1650	1710	2,2	12,5	1800	1850	35	0,04	3300
ДПМ-12	3,8	21	1480	1550	3,4	19,5	1450	1520	4,3	25	1360	1360	3,0	16,5	1540	1590	43	0,05	3300
ДПМ-21	5,5	31	1420	1460	5,5	31	1400	1440	6,5	37,5	1330	1380	4,4	24,5	1460	1500	70	0,13	3200
ДПМ-22	8	44	1490	1550	8	44	1450	1510	10	55	1390	1450	6,5	35	1510	1570	105	0,16	3000
ДПМ-31	12	64	1350	1410	11,5	62	1325	1375	14,5	78	1260	1310	9,5	51	1360	1420	160	0,3	2600
ДПМ-32	16	84	1180	1230	18	95	1140	1190	22	120	1080	1150	13,0	66	1190	1240	235	0,4	2300
ДПМ-41	22	114	1100	1160	25	130	1050	1100	30	160	1020	1080	17,5	91	1120	1160	300	0,8	2220
ДПМ-42	29	150	1020	1040	35	182	960	980	44	230	930	960	23	118	1020	1040	430	1,05	2100
ДПМ-52	38	193	980	1020	40	250	930	970	60	310	900	940	30	153	980	1020	600	1,9	2100
ДПМ-62	60	300	—	950	75	380	—	900	95	485	—	900	40	205	—	950	800	4	1700

Тихоходные, напряжение 220 В

ДПМ-11	2	12	1160	1200	1,8	11	1160	1190	2,2	14	1080	1100	1,6	9,8	1210	1240	26	0,04	3300
ДПМ-12	3	17,5	1150	1200	2,6	15,5	1140	1180	3,2	19,5	1060	1100	2,4	13,5	1200	1230	36	0,05	3300
ДПМ-21	4,5	26	1020	1050	4,5	26	1000	1030	5,2	31	950	980	3,6	20,5	1060	1080	55	0,13	3200
ДПМ-22	6	33	1090	1130	6	33	1070	1100	7,5	43	1000	1030	4,8	26,5	1120	1150	80	0,16	3000
ДПМ-31	8,5	47	830	870	7,8	43	820	840	10	57	770	800	6,8	37	850	880	100	0,3	2600
ДПМ-32	12	65	760	790	11	60	740	770	14,2	79	700	730	9,5	51	770	800	150	0,4	2300
ДПМ-41	16	85	690	710	17	92	660	680	20	110	640	660	13	69	700	720	210	0,8	2200
ДПМ-42	21	110	640	660	24	130	605	625	29	160	600	610	17	89	660	670	285	1,05	2100
ДПМ-52	32	164	730	760	35	180	700	725	43	224	675	700	25	128	730	760	450	1,9	2100

Таблица 22.9. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии ДПМ с пристроенными дисковыми тормозами и без тормозов исполнения IM1001, IM1003



Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{31}	b_{32}	d_1	d_5	d_{10}	d_{30}	d_{36}	Число отверстий	
										d_{33}	d_{36}
ДПМ11	8	280	235	190	28	—	19	305	—	4	—
ДПМ12	8	280	235	190	28	—	19	305	—	6	—
ДПМ21	10	300	275	225	35	—	19	361	—	2	4
ДПМ22	10	300	275	225	35	—	19	361	22	2	4
ДПМ31	14	390	316	254	50	—	25	432	22	2	4
ДПМ32	14	390	316	254	50	—	25	432	22	2	4
ДПМ41	16	430	375	283	65	M42 × 3-8g	30	490	22	2	4
ДПМ42	16	430	375	283	65	M42 × 3-8g	30	490	28	2	4
ДПМ52	20	480	409	316	75	M48 × 3-8g	40	550	28	2	4
ДПМ62	24	560	440	360	90	M48 × 3-8g	40	620	28	2	4

Продолжение табл. 22.9

Тип двигателя	h	h_5	h_{30}	h_{34}	l_1	l_3	l_{10}	l_{17}	l_{30}	l_{31}	l_{34}	l_{36}	Масса, кг	
													с тормозом	без тормоза
ДПМ11	160	31	315	44	60	—	170	80	660	115	200	225	150	112
ДПМ12	160	31	315	42	60	—	220	80	710	115	225	264	170	130
ДПМ21	180	38	365	62	80	—	194	100	830	170,5	267,5	264	240	195
ДПМ22	180	38	365	59	80	—	239	100	875	170,5	290	335	270	225
ДПМ31	225	54	445	104	110	—	250	110	940	173	298	335	395	310
ДПМ32	225	54	445	104	110	—	320	110	1010	173	333	335	445	360
ДПМ41	250	63,75	500	119	140	105	299	150	1190	209	358,5	376	685	535
ДПМ42	250	63,75	500	106	140	105	384	150	1280	209	401	497	780	625
ДПМ52	280	74,25	560	136	140	105	430	160	1360	214,5	429,5	497	1075	860
ДПМ62	315	88,5	625	146	170	130	515	220	1585	255	512,5	574	1500	1330

номинального. Увеличение частоты вращения двигателей смешанного возбуждения может осуществляться путем повышения напряжения до $2U_{\text{ном}}$, при этом максимальный вращающий момент может достигать 1,2 номинального.

Вибрация двигателей 11–22-го типоразмеров – по классу 2,8, а типоразмеров 31–62 – по классу 4,5. Степень защиты двигателей и тормозов – IP56.

Для крепления двигателей (табл. 22.9) следует применять болты или шпильки из стали 45. Давление на щетки марки ЭГ-14 равно $(17 \div 25) \cdot 10^3$ Па. В двигателях ДМП11–ДМП32 применены шариковые подшипники, в ДПМ41–ДПМ62 – роликовые, смазка подшипников – ЦИАТИМ-221, которая без пополнения и замены может работать 5 лет. Межремонтный период – 5 лет при наработке до 2000 ч. Срок службы двигателей и тормозов – 25 лет. Вероятность безотказной работы за два года – 0,97. Гарантийный срок – 1 год.

22.5. Асинхронные двигатели серии МАП для судовых механизмов

Двигатели серии МАП120–МАП720 предназначены для привода судовых палубных, подъемно-транспортных и других механизмов, характеризующихся большой частотой включений при тяжелых условиях пуска и торможения. Серия двигателей состоит из девяти основных типоразмеров

шести габаритов и охватывает мощность от 1 до 100 кВт (табл. 22.10–22.16). Двигатели всех габаритов имеют исполнения как без тормозов, так и со встроенными дисковыми тормозами с электромагнитным приводом переменного тока, а двигатель МАП622 – также и с тормозом постоянного тока.

Режим работы – кратковременный и повторно-кратковременный; для отдельных исполнений нормируется время стоянки в заторможенном состоянии.

Климатическое исполнение – ОМ1.

Класс нагревостойкости изоляции двигателей и тормозов – Н (для двухскоростных двигателей малых габаритов – F). Допустимое превышение температуры обмоток 140°C , а при стоянке 250°C (для класса F – 220°C).

Степень защиты двигателей – IP56 (двигателей для безбаллерных шпиль – IP44). Для спуска конденсата из внутренних полостей двигателей имеются отверстия с резьбовыми пробками.

Станина, щиты, крышки, кожух тормоза выполнены из стали. Короткозамкнутые роторы имеют клетку из алюминиевого сплава, некоторые исполнения двигателей имеют ротор с медными стержнями и сварными короткозамыкающими кольцами.

Двигатели одно-, двух- и трехскоростные выполнены с раздельными обмотками на каждой скорости.

Таблица 22.10. Технические данные односкоростных двигателей серии МАП четырех- и шестиполосных, режим работы 60 мин

Тип двигателя	P_2 ном, кВт	n ном, об/мин	$I_{\text{ном}}$ при 380 В, А	M_{max} , Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	$I_{\text{п}}$ при 380 В, А	$\cos \varphi$	J , кг·м ²
МАП121-4	2,4	1410	5,5	43	32	27	0,86	0,02
МАП122-4	4,4	1420	10	96	88	61	0,8	0,03
МАП221-4	7	1445	16,5	180	140	109	0,76	0,05
МАП421-4	10	1425	19,2	220	160	130	0,9	0,12
МАП421-4	14	1425	28	320	260	185	0,87	0,12
МАП422-4	20	1450	39,5	560	400	320	0,88	0,2
МАП521-4	34	1445	63,5	900	550	550	0,91	0,58
МАП621-4	67	1455	125	1650	1000	920	0,9	1,11
МАП622-4	90	1435	165	2500	1900	1580	0,92	1,38
МАП121-6	1,2	890	4,6	42	42	15,5	0,64	0,02
МАП122-6	2,2	890	8,0	85	85	28	0,64	0,03
МАП221-6	4	900	11,8	130	120	46	0,68	0,05
МАП421-6	8	925	22,3	360	360	115	0,68	0,12
МАП422-6	15	880	36	550	550	160	0,8	0,2
МАП521-6	25	930	49,5	850	600	280	0,89	0,58
МАП621-6	50	960	100	1650	1000	700	0,85	1,11
МАП622-6	65	970	130	2700	1600	1000	0,85	1,38

Таблица 22.11. Технические данные вентилируемых односкоростных двигателей типа МАП620, режим работы S1

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{1\text{ном}}$ при 380 В, А	M_{max} , Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	$I_{\text{п}}$ при 380 В, А	$\cos \varphi$	J , кг·м ²
МАП621-4	47	1440	85	950	600	650	0,93	1,16
МАП622-4	70	1475	132	2500	1500	1580	0,89	1,45

Таблица 22.12. Технические данные двухскоростных двигателей серии МАП (режим работы S2—30 мин при $2p = 4$ и S2—15 мин при $2p = 12$)

Тип двигателя	$2p$	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{1\text{ном}}$ при 380 В, А	M_{max} , Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	$I_{\text{п}}$ при 380 В, А	$\cos \varphi$
МАП121-4/12	4	1,4	1400	4,8	2,9	2,5	20	0,68
	12	0,3	405	2,8	1,7	1,7	4,6	0,52
МАП122-4/12	4	3	1360	8,3	5,5	4,7	34	0,8
	12	0,7	400	5,4	36	36	8	0,56
МАП221-4/12	4	5	1390	12,8	95	86	62	0,79
	12	1,5	400	9,1	69	69	16	0,56
МАП421-4/12	4	10,5	1405	24,5	200	180	135	0,83
	12	3,5	400	16	170	165	33,5	0,62
МАП422-4/12	4	22	1380	48,7	410	360	255	0,83
	12	6,5	395	30	310	310	60,5	0,62
МАП521-4/12	4	38	1365	78	770	650	430	0,89
	12	12	405	47	650	650	110	0,66
МАП621-4/12	4	65	1410	128	1350	1030	780	0,88
	12	23	415	75	1160	1150	215	0,67

Таблица 22.13. Технические данные двухскоростных двигателей серии МАП для грузоподъемных механизмов

Тип двигателя	$2p$	ПВ, %	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{1\text{ном}}$ при 380 В, А	M_{max} , Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	$I_{\text{п}}$ при 380 В, А	$\cos \varphi$
МАП121-4/8	4	40	1,3	1395	3,9	26	22	17	0,73
	8	15	0,8	635	3,8	24	23	8,1	0,68
МАП122-4/12	4	40	2,2	1385	6,3	39	35	28	0,77
	12	15	0,7	400	5,4	36	36	8	0,56
МАП221-4/12	4	40	3,6	1395	9,3	64	56	46	0,79
	12	15	1,3	405	8,9	69	69	16	0,54
МАП421-4/12	4	40	6	1420	13,5	145	130	95	0,82
	12	15	3,5	460	16	170	165	33,5	0,62
МАП422-4/12	4	40	10	1410	21,3	240	205	143	0,86
	12	15	3,5	445	16,7	220	220	40	0,54
МАП422-6/12	6	25	10	930	28,3	340	310	133	0,69
	12	15	3,5	445	16,7	220	220	40	0,54
МАП521-4/16	4	40	13	1370	26,5	250	230	130	0,92
	16	15	3,5	300	16,8	250	250	32	0,60

Таблица 22.14. Технические данные вентилируемых двигателей типа МАП 620 для грузоподъемных механизмов (режим работы S3)

Тип двигателя	2р	ПВ, %	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{1\text{ном}}$ при 380 В, А	M_{max} , Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	$I_{\text{п}}$, А	cos φ	Момент инерции, кг·м ²
МАП621-4/8/24	4	40	30	1350	635	500	400	300	0,93	4,16
	8	40	15	630	40	550	500	175	0,74	
	24	25	2,8	160	29	320	320	42	0,56	
МАП622-6/12/24	6	40	32	900	70	850	730	340	0,88	1,5
	12	25	16	425	59	700	680	150	0,62	
	24	15	5	160	51	600	600	72	0,5	
МАП622-4/8/24	4	40	44	1350	79	700	580	410	0,94	1,5
	8	40	25	665	51	750	650	220	0,74	
	24	25	4,5	185	40	500	500	60	0,47	
МАП622-4/6/12	4	40	52	1355	102	900	800	550	0,93	1,5
	6	25	40	870	87	900	850	330	0,88	
	12	25	15	430	70	1300	1300	205	0,64	
МАП622-4/6	4	40	65	1430	125	920	570	650	0,93	1,5
	6	40	40	920	92	850	750	380	0,9	

Таблица 22.15. Технические данные двускоростных двигателей серии МАП120—МАП720 для икорно-швартовых механизмов (режим работы S2)

Тип двигателя	2р	Режим работы, мин	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	t_c^* , с	$I_{1\text{ном}}$, А	M_{max} , Н·м	$M_{\text{п}}$, Н·м	$I_{\text{п}}$ при 380 В, А	cos φ
МАП122-4/8	4	30	2,2	1385	20	6,3	39	35	28,0	0,77
	8	15	1,5	590	30	5,7	43	43	12,5	0,75
МАП221-4/8	4	30	3,6	1395	30	9,3	64	56	46	0,79
	8	30	2,5	640	45	9,2	92	89	26	0,64
МАП421-4/8	4	30	7,0	1400	30	16,0	145	130	95	0,84
	8	30	5,6	650	45	17,9	200	195	56	0,72
МАП422-4/8	4	30	12	1390	30	25,5	220	200	142	0,89
	8	30	8	645	45	22,5	300	290	75	0,77
МАП521-8/16	8	30	15	675	50	44	520	520	150	0,71
	16	15	5	310	60	27	390	390	57	0,55
МАП621-8/16	8	30	22	690	50	56,5	800	760	265	0,75
	16	15	10	295	30	40	640	640	85	0,55
МАП622-8/16	8	30	30	690	50	77	950	850	360	0,73
	16	15	12	290	30	48	750	750	100	0,62
МАП721-4/12	4	10	50	1410	—	92	900	650	545	0,95
	12	30	50	430	15	140	2200	2000	430	0,7

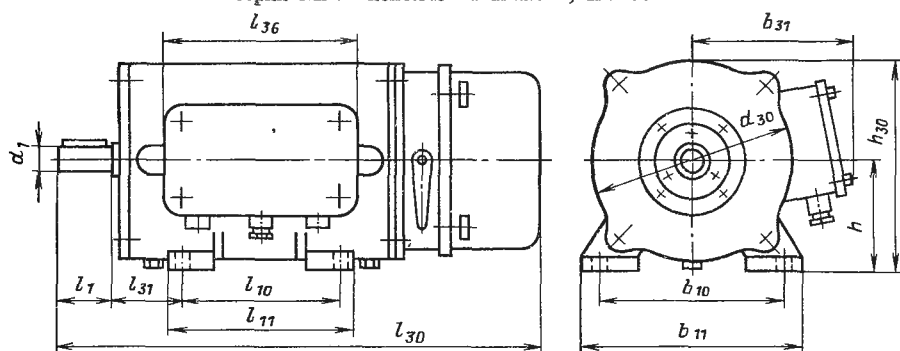
* t_c — время стоянки под током после режима работы.

Таблица 22.16. Технические данные трехскоростных двигателей серии МАП420 — МАП720 для якорно-швартовых механизмов (режим работы S2)

Тип двигателя	2р	Режим работы, мин	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	t^* , °C	$I_{\text{ном}}$ при 380 В, А	M_{max} , Н·м	$M_{\text{п.}}$, Н·м	$I_{\text{п.}}$ при 380 В, А	$\cos \varphi$
МАП422-4/6/12	4	30	4	1460	10	12	130	100	105	0,7
	6	30	11	880	30	27	290	280	110	0,86
	12	10	2,5	445	15	16,7	125	125	34	0,56
МАП521-4/8/16	4	30	15	1410	20	30,5	340	300	200	0,9
	8	30	15	650	50	40	500	500	133	0,79
	16	10	4,2	310	30	21	270	270	43	0,63
МАП621-4/8/16	4	30	22	1440	15	45	600	450	390	0,87
	8	30	22	685	50	58	800	750	240	0,73
	16	10	7	330	30	40	550	550	90	0,52
МАП622-4/8/16	4	30	28	1445	15	58	900	770	560	0,86
	8	30	30	690	50	84	1250	1150	360	0,68
	16	10	10	315	30	49	700	700	110	0,59
МАП721-4/8/16	4	30	60	1420	15	113	1300	1000	730	0,93
	8	30	55	655	50	122	1800	1600	440	0,75
	16	10	18	320	30	82	1200	1150	185	0,71
МАП721-4/8/12	4	10	30	1430	10	58	700	600	440	0,93
	8	30	70	650	30	162	2200	2000	200	0,82
	12	5	50	405	30	160	2500	2400	420	0,69
МАП721-4/12/24	4	10	30	1425	—	56	700	600	440	0,95
	12	30	25	455	—	87	1300	1100	275	0,57
	24	10	9,9	190	—	67	950	950	115	0,45
МАП621-4/8/24	4	30	30	1400	—	59	500	400	300	0,93
	8	30	15	695	—	38,5	550	480	175	0,74
	24	5	3,2	190	—	28	330	330	42	0,52
МАП622-4/8/24	4	30	40	1355	—	79	700	580	410	0,94
	8	30	20	655	—	51	750	650	220	0,75
	24	5	5,2	185	—	40,5	500	500	60	0,5

* См. сноску к табл. 22.15.

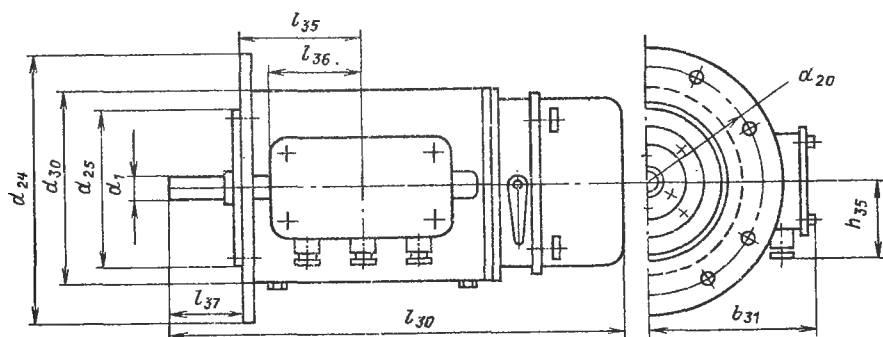
Таблица 22.17. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии МАП исполнения IM1001, IM1003



Продолжение табл. 22.17

Тип двигателя	b_{10}	b_{11}	b_{31}	d_1	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	l_{36}	h	h_{30}	Форма конца вала	Масса, кг
МАП121	220	260	195	28	211	42	160	210	542	110	208	112	232	Цилиндрический	85
МАП122	220	260	195	28	211	42	220	270	602	110	242	112	232		97
МАП221	250	300	220	36	244	58	250	300	655	92	282	132	280		130
МАП421	280	340	255	45	318	82	275	335	745	90	258	160	330		225
МАП422	280	340	255	45	318	82	380	440	850	90	363	160	330		290
МАП521	380	460	315	65	404	105	400	470	1050	160	421	225	427	Конический	575
МАП621	440	540	345	70	463	105	400	490	1094	192	421	250	482		740
МАП622	440	540	345	70	463	105	500	590	1189	192	521	250	482		845
МАП721	500	610	390	80	535	130	550	650	1300	203	613	280	550		1235

Таблица 22.18. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии МАП с пристроенными дисковыми тормозами исполнения IM3001, IM3003



Тип двигателя	b_{31}	d_1	d_{20}	d_{24}	d_{25}	d_{30}	l_{30}	l_{35}	l_{36}	l_{37}	h_{35}	Форма конца вала	Масса, кг
МАП121	190	28	265	300	230	211	538	168	104	64	90	Цилиндрический	85
МАП122	190	28	265	300	230	211	595	195	121	64	90		97
МАП221	215	36	300	350	250	244	625	212	147	62,5	120		130
МАП421	245	45	350	400	300	318	745	222	129	88	150		230
МАП422	245	45	350	400	300	318	800	274	180	88	150		295
МАП521	305	65	500	550	450	404	1072	334	210	131	165	Конический	575
МАП621	335	70	600	660	550	463	1132	355	210	142	165		745
МАП622	335	70	600	660	550	463	1227	400	260	147	165		855

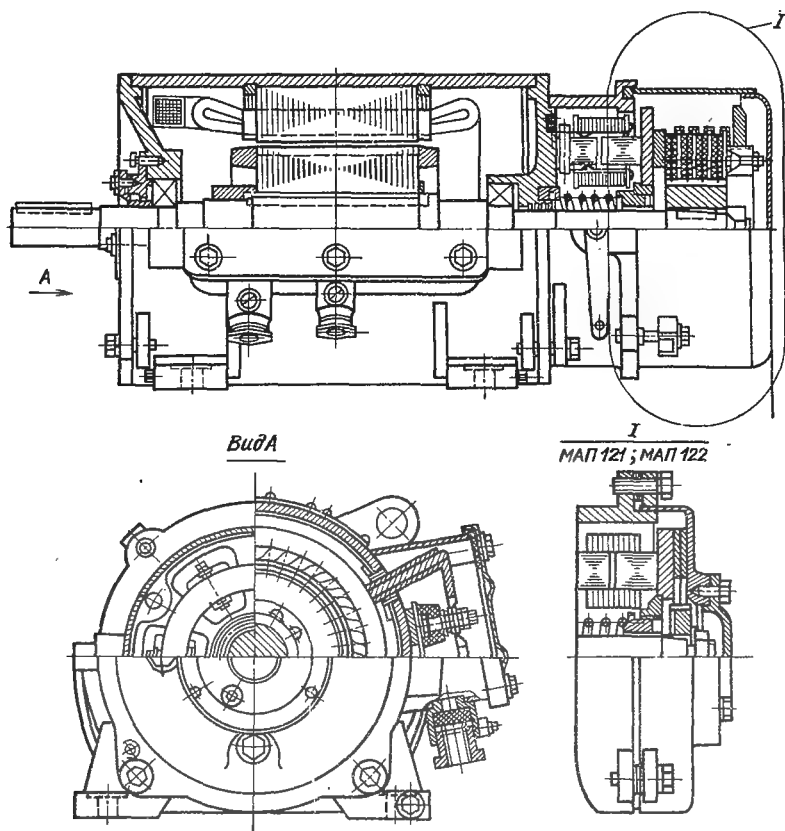


Рис. 22.5. Двигатель МАП411 в однокорпусном исполнении, горизонтально-фланцевый, без лап, с тормозом ТМГ-42

Максимальная рабочая частота вращения равна 2,5 синхронной частоты вращения.

Концы валов и фланцы двигателей допускают высокие осевые и радиальные нагрузки.

Коробка выводов имеет клеммовые рейки (рейку) и сальниковые уплотнения для ввода питания двигателя и тормоза.

Уровень шума двигателей по 1-му классу — ГОСТ 16372-84.

Уровень вибрации двигателей: 1-го габарита — по классу 1,8; 2-го и 4-го габаритов — по классу 2,8; 5, 6-го и 7-го габаритов — по классу 4,5.

Конструкция одного из двигателей серии показана на рис. 22.5.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей приведены в табл. 22.17 и 22.18.

22.6. Асинхронные судовые двигатели МАФ85 и МАФ95

Двигатели (табл. 22.19) предназначены для работы от сети переменного тока частотой 50 Гц на морских судах неограниченного района плавания в качестве привода стационарных погружных водоотливных насосов типа НЦВ.

Двигатели имеют короткозамкнутый ротор и выпускаются в климатическом исполнении ОМ категории размещения 5 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70. По степени защищенности — герметическое исполнение. Охлаждение двигателей осуществляется отводением части проходящей через насос заборной воды с температурой до $+30^{\circ}\text{C}$ и расходе: для двигателей МАФ85-53/4 —

Таблица 22.19. Технические данные двигателей МАФ85 и МАФ95

Типоразмер двигателя	$P_{2ном}$, кВт	$n_{ном}$, об/мин	КПД, %	$\cos \varphi$	$I_n/I_{ном}$	$M_n/M_{ном}$	$M_{max}/M_{ном}$	$M_{min}/M_{ном}$
МАФ85-53/4-ОМ5	7,5	1430	81	0,82	6	1,2	2	1
МАФ85-54/4-ОМ5	13	1440	84	0,84		1,2	2	
МАФ95-93/4-ОМ5	42	1450	88	0,86		1,3	2,2	
МАФ85-53/4-ОМ5	6,5	1440	82,5	0,8	7	1,2	2,1	1,1
МАФ85-54/4-ОМ5	11	1455	85	0,82			2,2	

1,5 м³/ч; МАФ85-54/4 — 2,0 м³/ч; МАФ95-93/4 — 5,0 м³/ч.

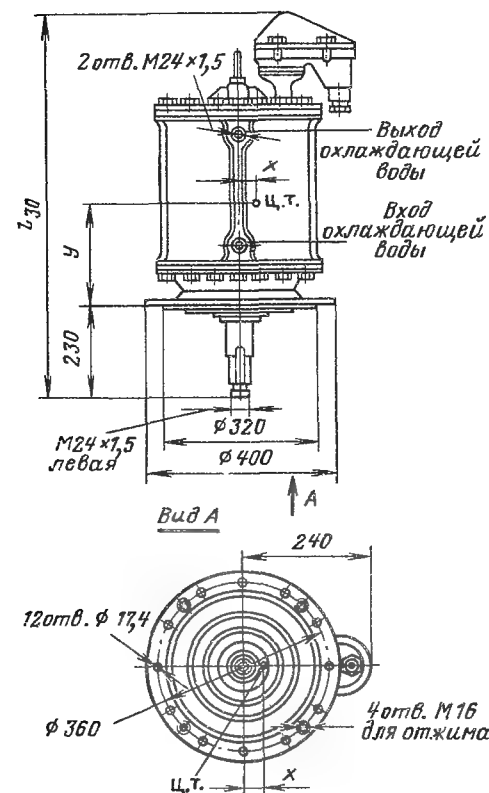


Рис. 22.6. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей МАФ85-53/4 и МАФ85-54/4. Размеры приведены в таблице:

Тип двигателя	l_{30} , мм	Положение центра тяжести, мм		Масса, кг	J , кг·м²
		х	у		
МАФ85-53/4	855	12	226	195	0,09
МАФ85-54/4	945	12	272	245	0,14

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70. Температура окружающего воздуха — от +5 до +45 °С, относительная влажность 95% при температуре +40 °С. Условия транспортирования двигателей по группе ГОСТ 23216-78 в части воздействия клима-

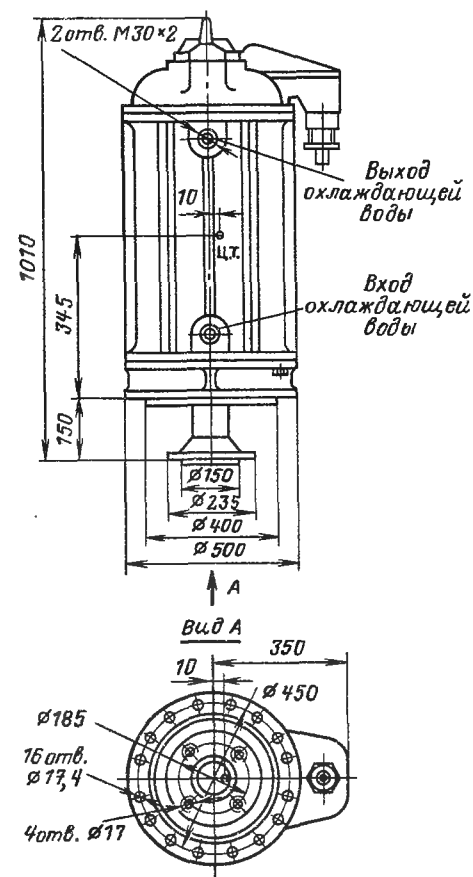


Рис. 22.7. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя МАФ95-93/4

тических факторов — по группе условий хранения Ж1 ГОСТ 15150-69 при нижнем значении температуры окружающей среды -30°C . Условия хранения — по группе условий хранения С ГОСТ 15150-69 при нижнем значении температуры -30°C .

Двигатели изготавливаются на номинальное напряжение 220, 380 и удовлетворительно работают при следующих колебаниях параметров сети:

в установившемся режиме — $\pm 5\%$ по напряжению и $\pm 2\%$ по частоте;

в повторно-кратковременном до 3 с — от $+8\%$ до -13% по напряжению и от $+3,5\%$ до -4% по частоте;

в кратковременном до 1 с — от $+13\%$ до -25% по напряжению и от $+4\%$ до -6% по частоте.

Номинальный режим работы — S1 по ГОСТ 183-74. Двигатели соответствуют группе условий эксплуатации М31 по ГОСТ 17516-72, при этом допускается длительная работа при наклоне линии вала от верти-

кали до 45° и качке с периодами 16 с до 45° в любом направлении.

Расчетная вероятность безотказной работы за 120 ч составляет 0,95. Ресурс двигателей до ремонта составляет 4000 ч, полный ресурс — 10 000 ч. Срок службы — 12 лет.

Форма исполнения двигателей по способу монтажа — ИМ3011.

Габаритные, установочно-присоединительные размеры и положение центра тяжести указаны на рис. 22.6 и 22.7.

Двигатели выпускаются в соответствии с требованиями ТУ 16-513.473-80.

■
* *

Для привода вспомогательных судовых механизмов применяются модификации двигателей серий 4А и АО2, выпускаемых для эксплуатации на судах морского и речного флота (4А...ОМ, АО2...ОМ). Их технические данные приведены в т. 1 Справочника.

РАЗДЕЛ 23

ДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ШИРОКОРЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ, ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ И СЛЕДЯЩИХ СИСТЕМ

23.1. Двигатели постоянного тока для промышленных роботов и гибких производственных систем

23.1.1. Общие технические требования

Двигателями такого класса комплектуются тиристорные и транзисторные электроприводы металлообрабатываемых станков, а также приводы «мускулов» современных роботов и манипуляторов, обеспечивающих перемещение инструмента (деталей) по строго определенной траектории в реальном масштабе времени с их позиционированием в любом положении с заданной точностью позиционирования. Такие двигатели широко используются также в машиностроении для точного и динамичного управления различного рода клапанами и вентилями пневматических и гидравлических систем.

В зависимости от способа преобразования напряжения переменного тока электроприводы подразделяются на тиристорные с силовым преобразователем, выпол-

ненным на основе управляемых выпрямителей, и на транзисторные (транзисторно-тиристорные) на основе реверсивных преобразователей.

Возбуждение двигателей подач осуществляется от высокоэнергетических постоянных магнитов. Неотъемлемыми элементами конструкции таких двигателей являются встроенный датчик частоты вращения, электромагнитный тормоз, датчик температурной защиты и датчик пути.

Общие технические требования, которым должны удовлетворять современные двигатели электроприводов подач промышленных роботов и гибких производственных систем, регламентируются ГОСТ 26061-85.

Двигатели подач классифицируются по роду тока на двигатели постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов и двигатели переменного тока: синхронные с возбуждением от постоянных магнитов и асинхронные с короткозамкнутым ротором.

По способу выполнения силового преоб-

разователя приводы делятся на тиристорные на основе реверсивных управляемых выпрямителей, ведомых сетью, и на транзисторные (транзисторно-тиристорные) на основе реверсивных преобразователей с широтно-импульсным или релейным регулированием с промежуточным звеном постоянного тока.

По виду главной обратной связи различают системы с обратной связью по частоте вращения (регулируемые по скорости электроприводы) и системы с обратной связью по положению (автономный следящий электропривод) с заданием положения кодом или последовательностью импульсов. При этом в случае необходимости реализации обратной связи по положению двигатель должен иметь встроенный или пристроенный датчик угла поворота вала.

В состав электроприводов с обратной связью по частоте вращения должны входить: электродвигатели с набором необходимых для функционирования электропривода датчиков и устройств, встроенных или пристроенных к двигателю; силовые преобразователи или блоки регулирования, управляющие двигателями; блок питания с необходимыми принадлежностями, осуществляющий преобразование переменного напряжения питающей сети в постоянное (для электроприводов с промежуточным звеном постоянного тока), блок питания может быть объединен с блоком регулирования в одно устройство — силовой преобразователь; автоматический выключатель или другое защитное устройство, служащее для отключения электропривода от питающей сети в аварийных режимах.

В состав электропривода с обратной связью по положению (автономного следящего электропривода) должны входить: электропривод с обратной связью по частоте вращения; датчик положения (угла поворота), встроенный или пристроенный к двигателю; блок связи, обеспечивающий преобразование кода задания положения от управляющей вычислительной машины и сигналов от датчика положения в сигнал для управления электроприводом с обратной связью по частоте вращения.

Допускается исполнение автономного следящего электропривода без тахогенератора с выделением информации о частоте вращения датчика обратной связи по положению.

Номинальные вращающие моменты $M_{\text{ном}}$ в режиме S1 по ГОСТ 183-74 при частоте вращения $n = 0$ двигателей для промышленных роботов и гибких производ-

ственных систем должны соответствовать ряду 0,035; 0,047; 0,07; 0,1; 0,13; 0,17; 0,23; 0,35; 0,47; 0,7; 1,0; 1,3; 1,7; 2,3; 3,5; 4,7; 7,0; 10; 13; 17; 23; 35; 47 Н·м.

В диапазоне частот вращения от n_{min} до $0,25 n_{\text{max}}$ двигатели подачи должны обеспечивать без ограничения времени вращающий момент, равный $M_{\text{ном}}$.

В тиристорных электроприводах (класс 1) двигатели подачи при частоте вращения n_{max} должны обеспечивать в режиме S1 момент вращения не менее $0,8 M_{\text{ном}}$; в транзисторных электроприводах (класс 2) двигатели подачи должны обеспечивать при частоте вращения $0,6 n_{\text{max}}$ длительный момент не менее $0,8 M_{\text{ном}}$ и при n_{max} — не менее $0,5 M_{\text{ном}}$ в течение 1 мин.

В зависимости от назначения двигателя должны допускать максимальные частоты вращения при следующих моментах:

Длительные моменты вращения $M_{\text{до}}$, Н·м	Максимальная частота вращения $n_{\text{макс}}$, об/мин	
	класс 1	класс 2
0,035—0,23	4000	6000
0,35—2,3	2000	3000
3,5—7,0	1500	2500
10—47	1000	2000

Согласно ГОСТ 26061-85 для двигателей подачи определяются:

диаграммы длительно допустимых моментов в режиме S1 в зависимости от скорости;

диаграммы, содержащие зависимость допустимого времени работы от отношения $M/M_{\text{ном}}$ в режимах S2 по ГОСТ 183-74 при частоте вращения, равной $0,25 n_{\text{max}}$;

диаграммы зависимости момента от частоты вращения в режиме S3 по ГОСТ 183-74 при ПВ = 25% и времени рабочего цикла 30 мин в диапазоне частоты вращения до $0,25 n_{\text{max}}$, при ПВ = 40% и времени рабочего цикла 10 мин в диапазоне частот вращения от 0 до $0,25 n_{\text{max}}$;

диаграммы максимальных моментов в переходных режимах в зависимости от частоты вращения в течение не менее 0,2 с.

Степень защиты двигателей со встроенными датчиками с естественной вентиляцией по ГОСТ 14254-80 должна быть IP44. Электродвигатели малой мощности допускается выполнять без выводной коробки. В этом случае степень защиты электродвигателей определяется без учета степени защиты свободных концов соединительных кабелей.

Форма исполнения двигателей — IM3001, IM3011, IM3031 или IM3081 по ГОСТ 2479-79.

Уровень вибрации двигателей должен соответствовать классу вибрации 0,7 или 1,8 по ГОСТ 16921-83. Уровень вибрации оценивается при $n = 0,5n_{\max}$.

Допустимые пределы уровня шума двигателей должны соответствовать классу 1 или 2 по ГОСТ 16372-84: они оцениваются при $n = 0,5n_{\max}$.

Допуски на concentricity центрирующей заточки, на перпендикулярность опорного фланца по отношению к валу и на биение свободного конца вала должны быть не ниже класса «Повышенная точность» по ГОСТ 8592-79.

23.1.2. Двигатели постоянного тока серии ДП

Двигатели серии ДП предназначены для использования в электроприводах манипуляторов промышленных роботов в соответствии с требованиями ГОСТ 16264.0-85 и имеют два исполнения: ИМ3089 с пристроенным выключателем ПДФ-8 и ИМ3081 с тахогенератором постоянного тока.

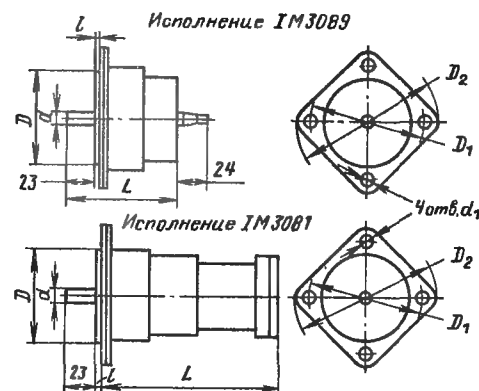
Технические данные двигателей приведены в табл. 23.1, габаритные и установочно-присоединительные размеры — в табл. 23.2.

Двигатели ДП допускают работу в продолжительном режиме S1 по ГОСТ 183-74 (время непрерывной работы 16 ч с последующим охлаждением до температуры окружающей среды), в кратковременном режиме S2 с длительностью цикла 10 мин, а также в повторно-кратковременном режиме S3 с ПВ = 40%. При кратковременном и повторно-кратковременном режимах среднеквадратичный ток двигателя не должен превышать номинального значения.

Таблица 23.1. Технические данные двигателей серии ДП

Показатель	Тип двигателя		
	ДП70	ДП90	ДП125
Номинальный момент, Н·м	0,05	0,13	0,29
Номинальная мощность, Вт	16	40	90
Номинальное напряжение, В	48	48	48
Номинальная частота вращения, об/мин	3000		
Начальный пусковой момент, Н·м	0,12	0,45	1,3
Потребляемый ток при номинальном моменте, А	1,1	2,1	3,5
Масса, кг, при исполнении:			
ИМ3081	1,25	1,4	2,3
ИМ3089	0,85	1	1,9

Таблица 23.2. Габаритные и установочно-присоединительные размеры, мм, двигателей ДП



Тип двигателя	D	D ₁	D ₂	d	d ₁	L	l
Исполнение ИМ3089							
ДП70	70	85	105	5	5,8	115	2,5
ДП90	90	100	120	8	7	105	3
ДП125	130	165	185	9	12	105	3,5
Исполнение ИМ3081							
ДП70	70	85	105	5	5,8	180	2,5
ДП90	90	100	120	8	7	170	3
ДП125	130	165	185	9	12	170	3,5

Двигатели механически устойчивы к воздействию вибрационных нагрузок в диапазоне частот 1–50 Гц с максимальным ускорением 9,8 м/с².

23.1.3. Двигатели постоянного тока типа ДР

Двигатели ДР1 и ДР4 с возбуждением от постоянных магнитов, с дисковым якорем и со встроенным тахогенератором предназначены для следящих электроприводов промышленных роботов и манипуляторов.

Основные технические данные двигателей, соответствующие продолжительному режиму работы S1, приведены в табл. 23.3.

Питание двигателей осуществляется от источников постоянного тока с пульсацией напряжения не более 8%.

Таблица 23.3. Технические данные двигателей типа ДР

Показатель	ДР1	ДР4
Номинальный вращающий момент, Н·м	3,55	13,7
Частота вращения, об/мин:		
номинальная	3000	3000
максимальная	4500	4000
Мощность, кВт	1,12	4,3
Напряжение, В	100	220
Ток, А	13	21
Момент инерции, 10^{-3} кг·м ²	2,75	10,5
Масса, кг	16	38

Допускается работа в повторно-кратковременном режиме с числом включений в час до 900 для двигателя типа ДР1 и до 300 для двигателя типа ДР4, при этом среднеквадратичный ток двигателя не должен превышать его номинального значения.

В переходных режимах работы двигателя ДР допускат момент вращения на его валу до $5M_{ном}$ в течение 20 мс.

Исполнение двигателей по степени защиты — IP44 (по ГОСТ 14254-80), по способу охлаждения — IC0040 (по ГОСТ 20459-75).

Исполнение по способу монтажа двигателей ДР1 — IM3681, двигателей ДР4 — IM3081 по ГОСТ 2479-79.

Группа условий эксплуатации — М8 по ГОСТ 17516-72.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей ДР1 и ДР4 приведены на рис. 23.1.

Двигатели имеют встроенный тахогенератор, технические данные которого приведены ниже:

Частота вращения, об/мин:	
номинальная	1000
максимальная	5000
Напряжение, В	10
Пульсации напряжения при частоте вращения 3000 об/мин, %, не более	2
Ток, мА	6
Максимальный ток, мА	40

23.1.4. Двигатель постоянного тока типа ПЯ-250Ф

Двигатель типа ПЯ-250Ф с дисковым якорем предназначен для электроприводов систем автоматического регулирования, следящих систем и лентопротяжных механизмов вычислительных машин.

Технические данные двигателя ПЯ-250Ф

Номинальный вращающий момент, Н·м	0,8
Номинальная мощность, Вт	250
Номинальное напряжение, В	36 ± 4
Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Номинальный ток якоря, А, не более	10
Электротехническая постоянная времени, мс, не более	15
КПД, %	70
Кратность пускового момента, не менее	4
Масса, кг	7

Питание двигателя осуществляется от сети постоянного тока или от источника пульсирующего тока с уровнем пульсаций напряжения не более 5%. Допускается работа с большими пульсациями напряжения сети при снижении вращающего момента, при этом среднеквадратичный ток двигателя не должен превышать $0,9I_{ном}$.

Номинальный режим работы — S1. Допускается работа в режимах S2 — S7, а также

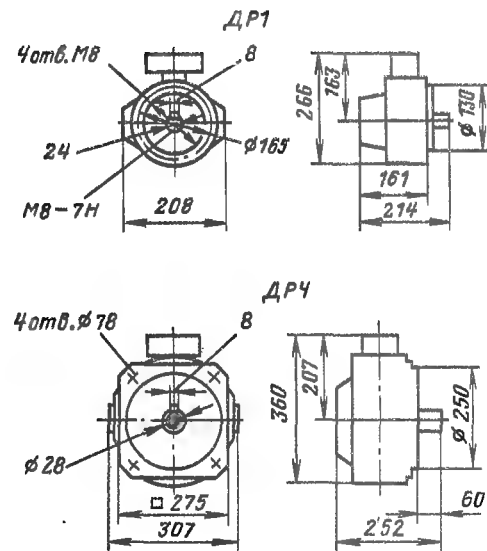


Рис. 23.1. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей типов ДР1 и ДР4

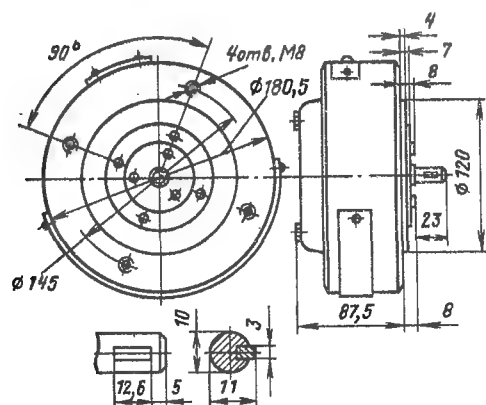


Рис. 23.2. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей типа ПЯ-250Ф

в режимах частых пусков и реверсов со среднеквадратичным током не более $0,9I_{\text{ном}}$.

Регулирование частоты вращения в пределах 4000—20 об/мин осуществляется изменением напряжения якоря. Разность частот вращения при изменении направления вращения на холостом ходу и под номинальной нагрузкой — не более 5%.

Напряжение трогания — не более 1 В.

Двигатель выдерживает при напряжении не выше номинального двукратную перегрузку по току в течение 1 с и четырехкратную перегрузку — в течение 0,1 с. Двигатель допускает прямой пуск при номинальном напряжении, при этом момент инерции нагрузки, приведенный к валу двигателя, не должен превышать момента инерции якоря.

Исполнение двигателя по степени защиты — IP40; по способу охлаждения — IC041, по способу монтажа — IM9101; выходной конец вала двигателя имеет два исполнения — со шпоночной канавкой и с лыской.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателя приведены на рис. 23.2.

23.1.5. Двигатели постоянного тока серии ДПУ

Двигатели серии ДПУ предназначены для электроприводов постоянного тока металлорежущих станков с ЧПУ и промышленных роботов.

Основные технические данные двигателей ДПУ приведены в табл. 23.4.

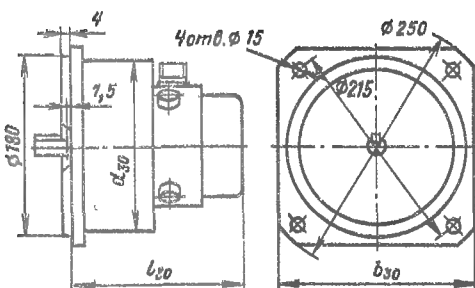
Номинальный режим работы двигателей — S1 по ГОСТ 183-74.

Таблица 23.4. Технические данные двигателей ДПУ

Показатель	ДПУ160-180-3	ДПУ200-500-3	ДПУ240-1100-3
Момент, Н·м:			
номинальный	0,57	1,7	3,5
максимальный	2,85	8,5	17,5
Номинальная частота вращения, об/мин	3000	3000	3000
Номинальное напряжение, В	36	140	120
Номинальный ток, А	7	5,3	12
Ток холостого хода, А	2	2,3	
КПД, %	71,5	74,2	75
Сопротивление обмотки якоря при 20°C, Ом	0,5	2,2	0,53
Индуктивность обмотки якоря, мГн	0,5	1,13	0,53

Двигатели допускают работу в режиме S2 при частоте вращения $n < 0,5n_{\text{ном}}$, в режиме S3 с ПВ = 25% и продолжительностью цикла 30 мин при $n < 0,5n_{\text{ном}}$, а также в режиме S5 с частыми пусками и электрическим торможением при коэффициенте инерции 2. В повторно-кратковременных режимах среднеквадратичное значение тока дви-

Таблица 23.5. Габаритные размеры, мм, масса и момент инерции якоря двигателей серии ДПУ



Тип двигателя	d_{30}	b_{30}	l_{30}	Масса, кг	Момент инерции, г·м ²
ДПУ160-180-3-Д39	165	200	150	5	0,217
ДПУ160-180-3-Д39-09	165	200	172	6	0,277
ДПУ200-550-3-Д39	215	250	163	8,2	0,844
ДПУ200-500-3-Д39-09	215	250	184	9,2	0,944
ДПУ240-1100-3-Д39	265	300	145	14,5	1,884
ДПУ240-1100-3-Д39-09	265	300	170	15,5	1,944

гателей за период не должно превышать номинального значения. Электродвигатели длительно выдерживают номинальный момент при частоте вращения от 0,1 до 3000 об/мин. На холостом ходу в течение 2 мин допустимо повышение частоты вращения до 5000 об/мин. Класс нагревостойкости изоляции — F. Степень защиты от воздействий окружающей среды — IP44; способ охлаждения — IC040. Двигатели предназначены для эксплуатации в условиях воздействия механических факторов по группе М8 ГОСТ 17516-72. Габаритные размеры двигателей серии ДПУ, а также их масса и момент инерции якоря даны в табл. 23.5.

Структура условного обозначения двигателей серии ДПУ:

$$\frac{\text{ДПУ}}{1} \frac{X}{2} - \frac{X}{3} - \frac{X}{4} - \frac{\text{Д39}}{5} - \frac{09}{6} - \frac{X}{7},$$

где 1 — название серии: ДПУ — двигатель постоянного тока управляемый; 2 — диаметр корпуса, мм; 3 — мощность, Вт; 4 — частота вращения, тыс. об/мин; 5 — условное обозначение повышенной точности по установочным размерам; 6 — 09 — условное обозначение наличия тахогенератора (в двигателях без тахогенераторов обозначение отсутствует); 7 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Предельные отклонения на биение выходного конца вала, центрирующей заточки и опорной поверхности фланца соответствуют повышенной точности по ГОСТ 9592-75.

Двигатели выпускаются со встроенными тахогенераторами постоянного тока типа ТП80-20-0,2. Двигатели мощностью 220 и 450 Вт могут изготавливаться также со встроенными датчиками положения типа LTSa-11 с.

Основные технические данные тахогенератора постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов:

Крутизна выходной характеристики, мВ/(об/мин)	20
Частота вращения, об/мин:	
номинальная	3000
максимальная	6000
минимальная	0,1
Нагрузочное сопротивление, кОм, не менее	10
Погрешность в диапазоне частот 0,1—4000 об/мин, %, не более	0,2
Выходное сопротивление постоянного тока при температуре 20 °С, Ом	140 ± 14
Масса, кг	0,5

Коэффициент пульсации выходного напряжения в зависимости от отношения частоты вращения к номинальной не должен превышать следующих значений, %:

От максимальной до 0,1	0,2
От 0,1 до 0,01	1,5
От 0,01 до 0,001	2,5
Менее 0,001	5

Изменение ЭДС тахогенератора при изменении температуры окружающей среды должно быть не более 0,02 %/°С.

Габаритные и присоединительные размеры тахогенератора ТП80-20-0,2 даны на рис. 23.3, конструкция и способ соединения с двигателем — на рис. 23.4.

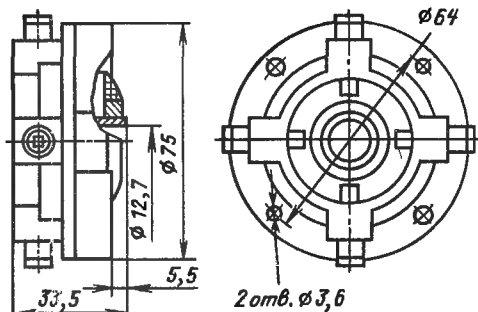


Рис. 23.3. Габаритные и установочно-присоединительные размеры тахогенератора ТП80-20-0,2

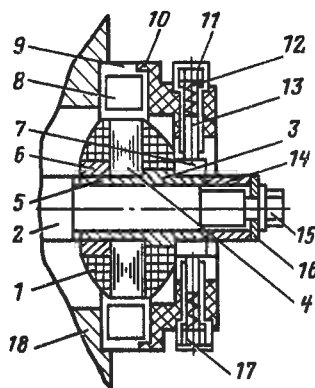


Рис. 23.4. Конструкция и способ соединения тахогенератора ТП80-20-0,2 с двигателем: 1 — обмотка якоря; 2 — вал двигателя; 3 — втулка; 4 — сердечник якоря; 5 — шайба; 6 — кольцо; 7 — коллектор; 8 — магнит; 9 — сегмент кольца; 10 — щеткодержатель; 11 — обойма щеткодержателя; 12 — пружина; 13 — щетка; 14 — втулка; 15 — гайка; 16 — шайба; 17 — винт; 18 — подшипниковый щит двигателя

23.2. Высокомоментные двигатели постоянного тока для электроприводов подачи металлорежущих станков

23.2.1. Общие технические требования

Высокомоментные двигатели находят широкое применение в тиристорных и транзисторных электроприводах и прежде всего — в приводах подачи металлорежущих станков. Использование в конструкции таких двигателей высокоэнергетических постоянных магнитов по сравнению с электромагнитным возбуждением обеспечивает высокие значения углового ускорения в переходных режимах работы; равномерный ход при малых частотах вращения; способность выдержать большую перегрузку по току без размагничивания магнитной системы; относительно большую тепловую постоянную времени и возможность установки двигателей в механизмах подачи станков непосредственно на ходовой винт.

Общие технические требования к двигателям регламентируются ГОСТ 25778-83, а также СТ СЭВ 3773-82.

По устойчивости к внешним воздействиям электроприводы предназначаются для работы на высоте над уровнем моря не более 1000 м, при температуре окружающего воздуха для электродвигателя и тахогенератора от 5 до 40 °С, при максимальной относительной влажности воздуха 80% при температуре 30 °С, в невзрывоопасной окружающей среде, не содержащей агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, в закрытых стационарных помещениях при отсутствии непосредственного воздействия солнечной радиации. Двигатели должны выдерживать вибрацию до 60 Гц при ускорении не более 9,81 м/с².

Длительный момент двигателей $M_{д0}$, Н·м, при скорости, равной нулю, соответствует значениям следующего ряда: 0,35; 0,47; 0,7; 1,0; 1,3; 1,7; 2,3(2,1); 3,5; 4,7; 7,0; 10; 13; 17; 23(21); 35; 47; 70; 100; 130; 170. В зависимости от назначения двигателя допускаются следующие максимальные частоты вращения:

$M_{д0}$, Н·м	n_{max} , об/мин	
	I	II
0,35—7	2000	3000
10—100	1500	2000
100—170	1000	2000

Электроприводы в переходных режимах должны допускать в течение времени не более 0,2 с значения максимального момента не менее указанных в табл. 23.6.

Во всех режимах работы, включая изменение нагрузки и переходные режимы ускорения и замедления, среднеквадратичное значение вращающего момента двигателя не должно превышать значения длительного момента.

Момент при вращении на максимальной частоте должен быть не менее $0,5M_{д0}$ в течение 1 мин.

Электроприводы должны обеспечивать момент, равный $M_{д0}$, в режиме S1 по ГОСТ 183-74 в диапазоне частоты вращения от 0 до $0,25n_{max}$.

Степень защиты электродвигателей с естественной вентиляцией — IP44. Электродвигатели с принудительным охлаждением должны иметь степень защиты IP22 и фильтр очистки охлаждающего воздуха.

Степень защиты датчиков угла поворота и частота вращения после встройки их в электродвигатель должна быть IP44.

Формы исполнения двигателей — IM3001, IM3011, IM3031.

Уровень вибрации двигателей должен соответствовать классу вибрации 0,7 или 1,8 по ГОСТ 16921-71 для высот оси вращения до 132 мм; 1,7 или 2,8 для высот оси вращения 132 мм.

Уровень вибрации оценивается при $n = 0,5n_{max}$. Допустимые пределы уровня шума для электродвигателей должны соответствовать классу 1 или 2 по ГОСТ 16372-77.

Уровень шума оценивается при $n = 0,5n_{max}$. Зависимость между длительными моментами, диаметрами валов и размерами фланцев должна соответствовать данным, приведенным ниже:

Длительный момент, Н·м	Размер фланца на максимальный, мм	Диаметр вала минимальный, мм
До 0,35	85	9
0,5—1,3	110	11
1,7—2,3	130	16
3,5—4,7	165	18
7—10	165	28
14—35	215	32
47—70	265	38
100—170	300	48

Допуски на concentricность центрирующей заточки, на перпендикулярность опорного фланца по отношению к валу и на биение свободного конца вала электродви-

Таблица 23.6

Диапазон частот вращения	Максимальный момент электропривода при силовом преобразователе	
	транзисторном и транзисторно-тиристорном	тиристорном
От n_{max} до $0,5 n_{max}$ От $0,5n_{max}$ до $0,25n_{max}$ От $0,25n_{max}$ до 0	От $M_{д0}$ до $2,5 M_{д0}$ $3M_{д0}$ $3M_{д0}$	От $M_{д0}$ до $3M_{д0}$ От $3M_{д0}$ до $4M_{д0}$ От $4M_{д0}$ до $6M_{д0}$

гателя должны быть не ниже класса «Повышенная точность» по ГОСТ 8592-79.

Высокомоментные двигатели для согласования с системой управления снабжаются тахогенератором интегрального исполнения, датчиком пути, электромагнитным тормозом и тепловой защитой.

Минимальное значение среднего углового ускорения при нагрузке электропривода дополнительным моментом инерции при скорости $0,5n_{max}$ должно быть не менее значений, указанных ниже:

Длительный момент, Н·м	Дополнительный момент инерции, 10^{-4} кг·м ²	Минимальное значение среднего углового ускорения, рад/с ²
0,35	1,5	5000
0,47	1,8—2	4500
0,7	1,8—2,5	4500
1	1,8—3	4000
1,3	2—5	4000
1,7	5—7	4000
2,3	7—12	3500
3,5	10—20	3000
4,7	15—30	3000
7	20—60	3000
10	30—110	1800
13	100—150	1700
17	150—220	1700
23	150—320	1700
35	300—500	1350
47	500—640	1250
70	300—1000	1100
100	1000—1250	1000
130	1400	900
170	1500	750

23.2.2. Двигатели постоянного тока серии ДК1

Двигатели серии ДК1 предназначены для эксплуатации в следяще-регулируемых электроприводах механизмов подачи металлообрабатывающих станков и в манипуляторах

с программным управлением, а также в станках для сверления печатных плат и термохимической обработки металлов.

Двигатели изготавливают с номинальным моментом 1,7; 2,3; 3,5; 5,2 Н·м. Они имеют фланцевое исполнение IM300 по ГОСТ 2479-79, степень защиты IP44 по ГОСТ 14254-80, естественное охлаждение. Двигатели допускают эксплуатацию при любом положении в пространстве.

Основные технические данные двигателей серии ДК1 представлены в табл. 23.7.

Номинальные данные соответствуют режиму работы S1 по ГОСТ 183-74 и питанию двигателей практически постоянным током.

Кратность максимальных моментов в долях номинального из-за коммутационных ограничений в двигателях ДК1 в зависимости от частоты вращения составляет:

Тип двигателя	Диапазон частот вращения, об/мин		
	0—500	500—1000	1000—2000
ДК1-1,7	7	7	7
ДК1-2,3	7	7	7
ДК1-3,5	7	5	3
ДК1-5,2	7	5	3

В режимах работы S2 и S3 среднеквадратичный ток двигателя не должен превышать номинального. Постоянные нагревы двигателей — 45—60 мин.

Электрохимические постоянные двигателей ДК1 находятся в пределах 25—10 мс, а электромагнитные — 2,5—5,3 мс.

Конструктивная схема двигателя ДК1 представлена на рис. 23.5. Двигатель состоит из корпуса 4 с магнитами 5, якоря 6 с коллектором 7 заднего подшипникового щита фланцевого типа 1 и переднего подшипникового щита 9 с установленными на нем щеткодержателями 8.

Внутри корпуса двигателя на фланцевом подшипниковом щите установлен элект-

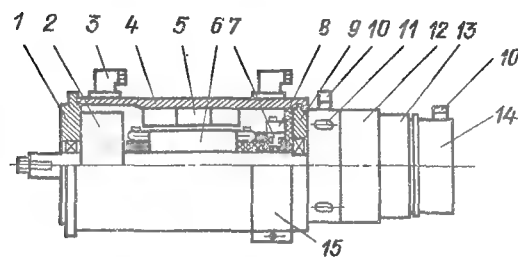


Рис. 23.5. Конструктивная схема двигателя серии ДК1

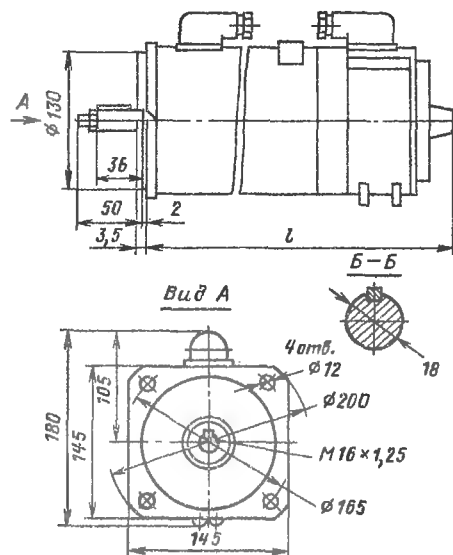
ромагнитный тормоз 2, состоящий из электромагнита с обмоткой и тормозного диска, соединенного с валом посредством зубчатого зацепления. Тормоз обеспечивает заторможенное состояние ротора двигателя при отсутствии тока в обмотке электромагнита. Встроенный тахогенератор 12 установлен на внешней стороне коллекторного подшипникового щита. Тахогенератор представляет собой коллекторную электрическую машину постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Якорь тахогенератора имеет полый вал и установлен непосредственно на вал двигателя.

Датчик положения — преобразователь 14 — представляет собой многополюсный вращающийся трансформатор, работающий в режиме фазовращателя. Он выполнен в автономном исполнении и соединен с валом двигателя посредством безлюфтовой муфты с малой угловой погрешностью. Корпус преобразователя соединяется с корпусом тахогенератора через соединительный стакан 13. Конструкция крепления корпуса преобразователя обеспечивает возможность его разворота при настройке нулевого положения в составе станка. Подключение к электрической сети обмоток якоря двигателя и тормоза производится через коробку выводов 3.

Таблица 23.7. Технические данные двигателей серии ДК1

Тип двигателя	Момент, Н·м	Напряжение, В	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Ток, А	КПД, %	Сопротивление обмотки якоря при 20°C, Ом
ДК-1,7	11,9	36	1000	0,18	8	65,5	0,75
ДК1-2,3	16,1	48		0,24	7,5	67	0,95
ДК1-3,5	24,5	65		0,36	7,5	74,5	1,15
ДК1-5,2	36,4	110		0,54	6,5	75,5	2,1

Таблица 23.8. Габаритные размеры, мм, масса и момент инерции двигателей серии ДК1



Тип двигателя	l, мм	Масса, кг	Момент инерции, 10 ⁻³ кг·м ²
ДК1-1,7-000	246	13,3	1,6
ДК1-2,3-000	279	15,9	2,05
ДК-3,5-000	312	17,5	2,45
ДК-5,2-000	378	23,7	3,5
ДК-1,7-001	308	18,7	1,84
ДК1-2,3-001	341	21,3	2,29
ДК1-3,5-001	374	23,9	2,69
ДК1-5,2-001	440	29,1	3,65
ДК1-1,7-100	295	15,4	2,0
ДК1-2,3-100	328	18	2,45
ДК1-3,5-100	361	20	2,85
ДК1-5,2-100	427	25,8	3,9
ДК1-1,7-101	357	20,8	2,24
ДК1-2,3-101	390	23,4	2,69
ДК1-3,5-101	421	26	3,09
ДК1-5,2-101	489	31,2	4,05
ДК1-1,7-110	375	17,5	2,1
ДК1-2,3-110	408	20,1	2,55
ДК1-3,5-110	441	22,7	2,95
ДК1-5,2-110	507	27,9	4
ДК1-1,7-111	437	22,9	2,34
ДК1-2,3-111	470	25,5	2,79
ДК1-3,5-111	503	28,1	3,19
ДК1-5,2-111	569	33,3	4,16

которая в зависимости от заказа может быть развернута на 90° в любую сторону. Подключение тахогенератора и преобразователя производится с помощью электрических соединителей (штепсельных разъемов) 10.

Для проведения осмотра и технического обслуживания щеточно-коллекторных узлов двигателя и тахогенератора предусмотрены съемные защитные ленты 15 и колпачки 11.

Необходимо отметить следующие конструктивные особенности двигателей ДК1: возбуждение от литых постоянных магнитов из сплава ЮНДК35Т5, обеспечивающих повышенную (до 0,6 Тл) индукцию в воздушном зазоре, и малые диаметр и момент инерции роторов двигателей; четырехполюсное исполнение индуктора; выполнение всех типоразмеров двигателей с одним внешним диаметром и различной длиной для максимальной унификации деталей и узлов; применение встроенного тахогенератора типа ТГ1.

В двигателях ДК1 применены следующие встроенные элементы: тахогенератор ТГ1, преобразователь ПМБ-1 — датчик положения — и электромагнитный тормоз ЭТДВ12У3.

Комплектность поставки закодирована в условном обозначении типа двигателя

$$\frac{\text{ДК1}}{1} - \frac{\text{X}}{2} \frac{\text{X}}{3} \frac{\text{X}}{4} \frac{\text{X}}{5},$$

где 1 — ДК1 — название серии; 2 — номинальный момент, Н·м; 3 — цифра 1 при наличии тахогенератора; 0 — при его отсутствии; 4 — цифра 1 свидетельствует о включении в комплект датчика положения, 0 — об его отсутствии; 5 — цифра 1 — со встроенным электромагнитным тормозом, 0 — без тормоза.

Габаритные, установочно-присоединительные размеры, а также масса двигателей серии ДК1 приведены в табл. 23.8.

Двигатели серии ДК1 имеют исполнение по способу монтажа ИМ3001, ИМ3011, ИМ3031. По биению выходного конца вала, пентрирующей заточки и опорной поверхности фланца двигателя ДК1 соответствуют требованиям класса «Повышенная точность» по ГОСТ 8592-79.

Уровень шума при работе на холостом ходу соответствует классу 2 по ГОСТ 16372-84. Значение вибрационной скорости на холостом ходу при частоте вращения 1000 об/мин равно 1,1 мм/с. Группа условий эксплуатации электродвигателей — М8 по ГОСТ 17516-72.

Таблица 23.9

Параметр	Диапазон частот вращения, об/мин				
	1000—2000	100—1000	10—100	1—10	0,1—1
Нелинейность, %, не более	0,5	0,2	1,0	5	5
Асимметрия, %, не более	0,2	0,2—1	5	5	—
Пульсация*, %, не более	2	2—3	5	10	—

* Отношение размаха к среднему значению.

Номинальные данные тахогенератора типа ТГ1:

Крутизна выходного напряжения, В/(об/мин)	0,03
Частота вращения, об/мин	1000
Сопротивление нагрузки, Ом	1000

Параметры выходного напряжения тахогенераторов ТГ1 приведены в табл. 23.9.

Основные технические данные бесконтактного преобразователя типа ПМБ-1

Число полюсов	10
Выходное напряжение, В	0,5
Сопротивление нагрузки, кОм	10
Погрешность в статическом режиме, угл. мин:	
в 10- положениях	3
при любом положении вала	20

В двигателях ДК1 применен тормоз ЭТДВ12У3, имеющий следующие технические данные:

Номинальный момент, Н·м	6,3
Рабочий ток, А	0,6
Фиксирующее напряжение постоянного тока, В	24
Сопротивление катушки при 20°С, Ом	25,3
Момент инерции вращающихся частей, 10 ⁻³ кг·м ²	0,24

23.2.3. Двигатели постоянного тока серии ПБВ

Структура условного обозначения двигателя

$$\frac{\text{П}}{1} \frac{\text{X}}{2} \frac{\text{В}}{3} \frac{\text{X}}{4} \frac{\text{X}}{5} \frac{\text{X}}{6} \frac{\text{XX}}{7},$$

Таблица 23.10. Технические данные двигателей серии ПБВ

Наименование	ПБВ100		ПБВ112			ПБВ132		ПБВ160	
	Условная длина якоря								
	М	Л	С	М	Л	М	Л	М	Л
Номинальный момент, Н·м	7,16	10,5	14	17,5	21	35	47,7	76,4	105
Номинальная частота вращения, об/мин	1000	1000	750	600	500	600	600	500	500
Номинальное напряжение, В	52	56	44	47	50	53	70	66	78,5
Номинальный ток, А	18	24	31,5	29	28	50	50	78,5	90
Длительный момент в заторможенном состоянии, Н·м	8,2	12	17,5	22	29	47	62	84	110
Максимальный момент при пуске, Н·м	70	100	130	170	210	350	470	490	510
Момент при максимальной частоте вращения, Н·м	6,8	8,6	12	15	14	16	21	60	82
Максимальный момент при максимальной частоте вращения, Н·м	21	21	36	34	38	98	98	280	290
Максимальная частота вращения в длительном режиме, об/мин	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1000	1000
Момент инерции якоря, кг·м ²	0,01	0,013	0,035	0,042	0,049	0,188	0,238	0,242	0,298
Сопротивление обмотки якоря при 15°С, Ом	0,222	0,139	0,109	0,123	0,144	0,0574	0,0707	0,0317	0,0343
Индуктивность обмотки якоря, мГн	1,18	0,8	0,732	0,898	1,102	0,422	0,554	0,337	0,405
Электромеханическая постоянная времени, мс	10,3	7,6	13,2	10,1	8,6	14,2	12,3	8,5	7,9
Электромагнитная постоянная времени, мс	6,3	6,74	6,75	7,3	7,65	7,35	7,85	10,63	11,8
Постоянная ЭДС, В/(об/мин)	0,045	0,044	0,051	0,069	0,085	0,077	0,105	0,118	0,141
Тепловая постоянная времени, мин	60	70	60	70	80	90	100	—	—
Масса двигателя с тахогенератором, кг	27	33	41	45	52	83	100	168	182

где 1 — буква П — двигатель постоянного тока; 2 — буква Б — степень защиты IP44; 3 — буква В — высокомоментный; 4 — высота оси вращения, мм; 5 — условная длина сердечника якоря: С — короткая, М — средняя, Л — длинная; 6 — шифр исполнения: буква Е — с тормозом, О — с датчиком положения, ЕО — с тормозом и датчиком положения; 7 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Форма исполнения двигателей серии ПБВ по способу монтажа — IM3001, IM3011 и IM3031.

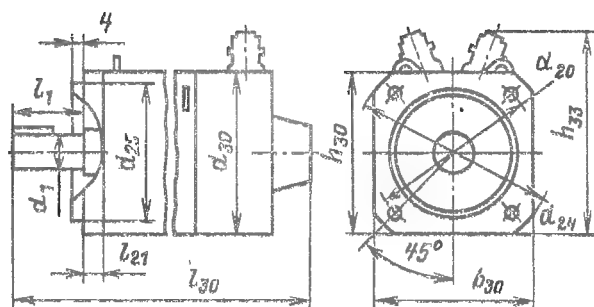
Технические данные двигателей серии ПБВ приведены в табл. 23.10.

Средний уровень шума соответствует классу 2 по ГОСТ 16372-84 (СТ СЭВ 1348-78). Эффективное значение вибрационной скорости для электродвигателей с высотами осей

вращения 100 и 112 мм — 1,1 мм/с, 132 мм — 1,8 мм/с. Допустима на 1 мин перегрузка по току на 50% сверх номинальной. В течение 0,2 с возможен ток, соответствующий току максимального пускового момента. Двигатели в течение 3 мин выдерживают повышение частоты вращения на 30% сверх максимальной (табл. 23.10).

Бияния свободного конца вала, центрирующей заточки и опорной поверхности фланца двигателей серии ПБВ соответствуют значениям, приведенным в ГОСТ 8592-79, что отвечает повышенным требованиям, предъявляемым к точности ДПТ. Номинальный режим их работы — S1. Возможна работа в режимах S2 и повторно-кратковременном S5, при этом среднеквадратичный ток не должен превышать длительно допустимого.

Таблица 23.11. Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм, двигателей серии ПБВ



Тип двигателя	l_1	l_{21}	l_{30}	b_{30}	h_{30}	h_{33}	d_1	d_{20}	d_{24}	d_{25}	d_{30}	Масса, кг
ПБВ100МУ3	42	16	464	192	192	235	28				175	29
ПБВ100ЛУ3			524									35
ПБВ100МЕУ3			543									36
ПБВ100ЛЕУ3			603									42
ПБВ100МЕОУ3			628									38
ПБВ100ЛЕОУ3			688									44
ПБВ100МОУ3			549									31
ПБВ100ЛОУ3			609									37
ПБВ112СУ3	58	18	503	220	220	290	32	215	250	180	220	45
ПБВ112МУ3			543									51
ПБВ112ЛУ3			583									57
ПБВ112СЕУ3			593									58
ПБВ112МЕУ3			633									64
ПБВ112ЛЕУ3			673									70
ПБВ112СЕОУ3			681									60
ПБВ112МЕОУ3			721									66
ПБВ112ЛЕОУ3			761									72
ПБВ112СОУ3			591									47
ПБВ112МОУ3			631									53
ПБВ112ЛОУ3			671									59
ПБВ132МУ3	22		640	270	270	322	38	265	300	23	270	88
ПБВ132ЛУ3			710									105
ПБВ132МЕУ3			750									106
ПБВ132ЛЕУ3			820									123
ПБВ132МЕОУ3			830									108
ПБВ132ЛЕОУ3			900									125
ПБВ132МОУ3			720									90
ПБВ132ЛОУ3			790									107

Габаритные, установочные и присоединительные размеры указаны в табл. 23.11.

В комплект каждого ДПТ серии П входит тахогенератор типа ТС-1М, основные технические данные которого приведены ниже:

Крутизна выходной характеристики, В/(об/мин) 0,02

Сопrotивление нагрузки, кОм, не менее 4
 Амплитуда пульсаций выходного напряжения, % 2
 Нелинейность выходной характеристики, % 2
 Несимметрия выходных характеристик при разных направлениях вращения, % 1

Изменение выходного напряжения при нагреве, %	2
Сопротивление обмотки якоря при 15°C, Ом	138
Индуктивность обмотки якоря, Гн	0,6

Двигатели серии ПБВ комплектуются температурным преобразователем, обеспечивающим подачу сигнала в цепь управления при недопустимом нагреве изоляции якоря и индикатором положения типа ПМБ, основные технические данные которого приведены ниже:

Число фаз источника питания	2
Сдвиг фаз источника питания, град.	0 или 90
Напряжение питания, В	$5 \pm 0,25$
Частота питания, Гц	500
Потребляемый ток, мА, не более	7
Выходное напряжение при сопротивлении нагрузки 10 кОм, В	0,5
Погрешность в статическом режиме при сопротивлении нагрузки 10 кОм:	
в десяти фиксированных положениях вала, через 36°, мин, не более	5
при любом положении вала, мин, не более	20

В двигателях серии ПБВ применяют тормоза серии ЭТДВ (табл. 23.12), напряжение питания постоянного тока которых равно 24 В.

Для двигателей без тормоза и индикатора положения устанавливаются следующие показатели надежности:

Средний ресурс работы двигателя, ч, не менее	20 000
Средний срок службы, лет, не менее	15
Вероятность безотказной работы за период 10 000 ч при доверительной вероятности 0,8	0,9

Двигатели серии ПБВ можно сочленять с приводом с помощью муфты или зубчатой передачи. Осевая нагрузка на свободный конец вала не должна превышать 70% неиспользованной допустимой радиальной нагрузки. Направление осевой нагрузки с высотой оси вращения 132 мм исполнений IM3011 и IM3031 не должно совпадать с направлением силы тяжести якоря.

Таблица 23.12. Технические данные тормозов ЭТДВ

Высота оси вращения, мм	Тип тормоза	Момент тормоза, Н·м	Рабочий ток, А	Сопротивление обмотки при 20°C, Ом	Момент инерции, 10 ⁻³ кг·м ²
100	ЭТДВ22У3	8	0,6	25,4	119
112	ЭТДВ32У3	20	1,1	14,2	130
132	ЭТДВ42У3	63	1,53	9,55	214

23.2.4. Двигатели постоянного тока серии 2ПБВ

Двигатели серии 2ПБВ предназначены для тиристорных электроприводов подач металлообрабатывающих станков.

Символы в условном обозначении типа двигателя расшифровываются следующим образом: 2П — второе поколение серии; Б — исполнение закрытое, с естественным охлаждением, со степенью защиты IP44; В — высокомоментный; 100, 112, 132 — высота оси вращения, мм; М, S, L — соответственно короткая, средняя и длинная, условная длина двигателя; Е — исполнение с тормозом; О — исполнение с датчиком пути; У3 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Двигатели закрытого исполнения (типа ПБВ) снабжены тепловой защитой. Термодатчик, выполненный на основе терморезистора СТ14-1А, установлен в коллекторной камере двигателя. Конструктивно двигатели 2ПБВ имеют фланцевое исполнение IM300 по ГОСТ 2479-79 и допускают эксплуатацию при любом положении в стране.

Технические данные двигателей серии 2ПБВ даны в табл. 23.13.

Режим работы двигателей — продолжительный S1 по ГОСТ 183-74 с длительным моментом, таким же, как двигателей ПБВ, указанным в табл. 23.10 в диапазоне частот вращения, от 0 до $0,25n_{max}$.

Допускается работа двигателей в кратковременном S2 и повторно-кратковременном S5 режимах по ГОСТ 183-74. При повторно-кратковременном режиме S5 среднеквадратичный ток двигателей не должен превышать длительного. Диаграммы работы двигателей приведены на рис. 23.6.

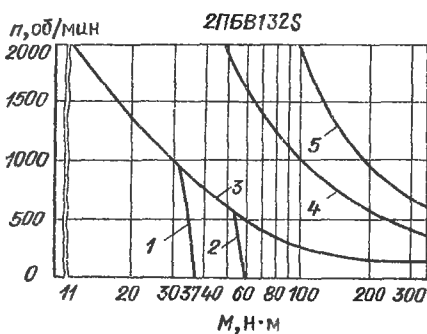
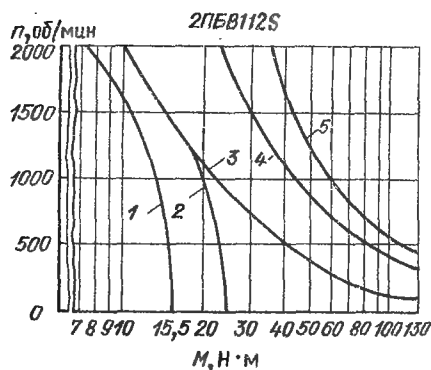
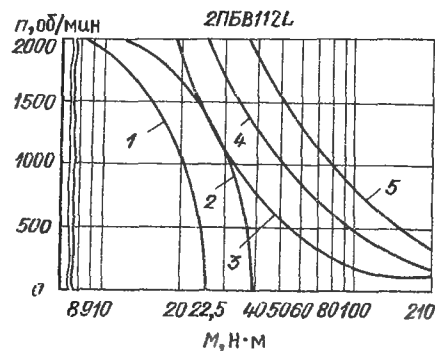
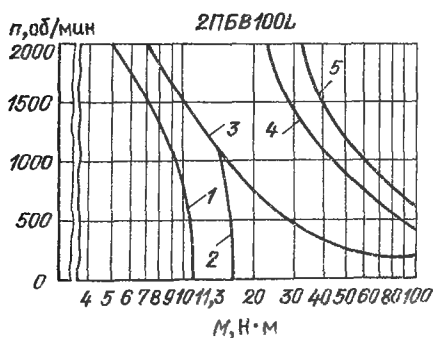
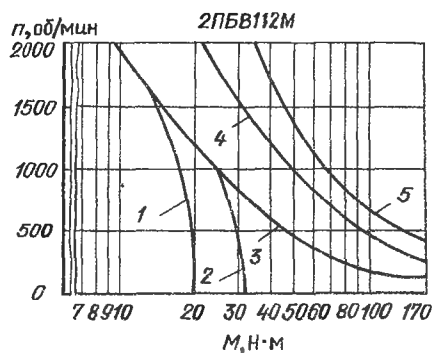
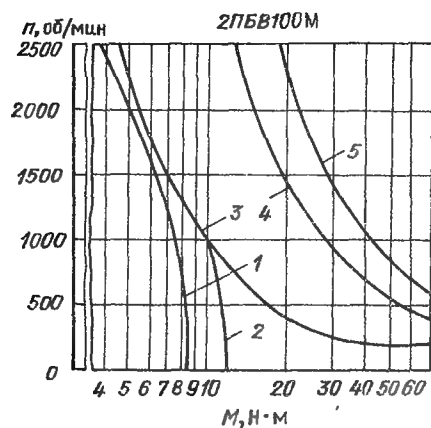


Рис. 23.6. Диаграммы работы двигателей 2ПБВ100М, 2ПБВ100Л, 2ПБВ112С, 2ПБВ112М, 2ПБВ112Л, 2ПБВ132С:

1 — допустимые моменты в режиме S1; 2 — допустимые моменты в режиме S2 длительностью 60 мин; 3 — кривая нагрузки при степени искрения $1\frac{1}{2}$; 4 — допустимые моменты при продолжительности перегрузки не более 3 с; 5 — допустимые моменты при продолжительности перегрузки не более 0,2 с

Двигатели должны без повреждений и остаточных деформаций в нагретом состоянии выдерживать перегрузки по току 50 % сверх длительного значения в заторможенном состоянии в течение 1 мин и в течение 1 с выдерживать ток, соответствующий

максимальному моменту, приведенному в табл. 23.13.

Обмотки двигателей выполняют с изоляцией класса Н.

Предельные допустимые превышения температуры должны быть не более: 125°C —

Таблица 23.13. Технические данные двигателей серии 2ПБВ

Тип двигателя	Длительный вращающий момент в горячем заторможенном состоянии, Н·м	Длительный ток в заторможенном состоянии, А, не более	Вращающий момент в холодном заторможенном состоянии, Н·м	Максимальная частота вращения, об/мин	Напряжение в горячем состоянии, В		КПД при частоте вращения $0,25n_{max}$, %	Максимальный вращающий момент, Н·м	Удельная масса, кг/(Н·м)
					при частоте вращения $0,25n_{max}$	при максимальной частоте вращения			
2ПБВ100М	7,5	20	8,5	2500	37	117	71,5	70	2,7
2ПБВ100L	11,0	25	12,5	2000	30	94	73,5	100	2,4
2ПБВ112S	15,0	28	17	2000	33	110	75	130	2,2
2ПБВ112M	18,5	35	21	2000	42	138	81,5	170	2,1
2ПБВ112L	22	32	25	2000	51	172	77,5	210	2
2ПБВ132S	37	54	42,5	2000	42	147	80,5	350	1,8

Примечание. Рабочее напряжение тормоза 24 В.

для обмоток якоря; 140 °С — для коллекторов двигателей; 85 °С — для подшипников.

В двигателях серии 2ПБВ применены тахогенераторы типа ТП80-20-0,2 по ТУ 16-515.285-83.

Конструктивное исполнение двигателей по способу монтажа — ИМ3081 по ГОСТ 2479-79.

В двигателях 2ПБВ обеспечена степень защиты IP44 по ГОСТ 17494-72.

Охлаждение двигателей — естественное, способ охлаждения — IC0041 по ГОСТ 20459-75.

Направление вращения двигателей — реверсивное.

Установочно-присоединительные размеры свободных концов валов двигателей соответствуют ГОСТ 12080-66, крепительных фланцев — ГОСТ 18709-73.

К двигателям возможна пристройка электромагнитных безлюфтовых тормозов НЗБ11 по ТУ 16.304.001-83, а также датчика пути резольвера LTSa-11с по документации ПНР или преобразователя измерительного фотоэлектрического мод. ВЕ-178 по ТУ 2-024-5168-80.

Габаритные, установочно-присоединительные размеры и масса двигателей соответствуют данным табл. 23.14 и рис. 23.7.

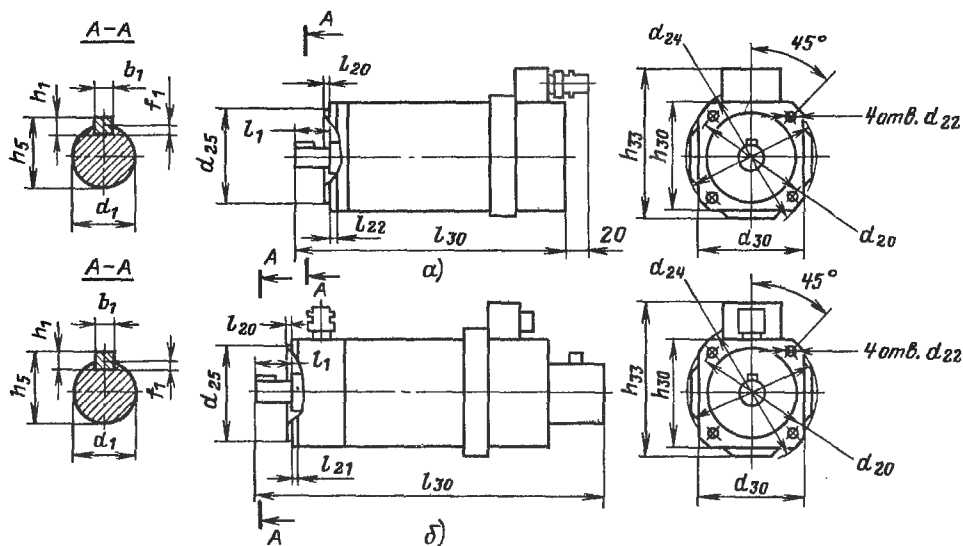


Рис. 23.7. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя серии 2ПБВ без датчика пути (а) и с датчиком пути (б)

Тип двигателя	l_1	l_{20}	l_{22}	l_{30}	b_1	l_{21}	h_1	h_5	h_{30}	h_{33}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	d_{30}	f_1	Мас- са, кг
------------------	-------	----------	----------	----------	-------	----------	-------	-------	----------	----------	-------	----------	----------	----------	----------	----------	-------	-------------------

2ПБВ100МУХЛ4	42	3,5	16	398	8	—	7	31	150	218	28	165	12	200	130	176	4	20
2ПБВ100М04				458														24
2ПБВ100ЛУХЛ4																		
2ПБВ100L04																		
2ПБВ112СУХЛ4	58	4	18	425	10	—	8	35	190	265	32	215	15	250	180	220	5	34,5
2ПБВ112S04																		
2ПБВ112МУХЛ4				465														40,5
2ПБВ112М04				505														46,5
2ПБВ112ЛУХЛ4																		
2ПБВ112L04																		
2ПБВ132СУХЛ4				568		—			—	314						268		68
2ПБВ132S04																		

[illegible]

23.3. Вентильные двигатели для приводов подач роботов и манипуляторов

23.3.1. Общие положения

Среди новых двигателей важное место занимают бесконтактные вентильные двигатели (рис. 23.8, а), в которых коммутация обмоток в отличие от механического коммутатора (коллектора) осуществляется по сигналам датчика положения ротора, а возбуждение — располагаемыми на роторе постоянными магнитами.

Фазы статорной обмотки подключены к источнику постоянного тока через силовые ключи коммутатора, управляемые по сигналам датчика положения ротора.

В вентильных двигателях с постоянными магнитами наибольшее распространение получила трехфазная обмотка, соединенная звездой. Чувствительные элементы 1–6 датчика положения ротора (ДПР) при его вращении осуществляют включение транзисторных ключей коммутатора.

Как следует из диаграммы (рис. 23.8, б) последовательно включенные ключи 1 и 4, 2 и 5, 3 и 6, образующие так называемые стойки, работают в противофазе. В целях исключения сквозных токов через стойку сигнальный сектор ДПР принимают равным 120° . Таким образом, в любой момент времени работают две фазы, а ток в фазах обмотки реверсируется в те моменты, когда ротор поворачивается на 180° относительно предыдущего положения той же фазы и при

заданной последовательности работы ключей обеспечивается однонаправленный вращающий момент двигателя.

Изменение направления вращения обеспечивается путем переключения входных цепей силовых ключей каждой стойки. Другой путь реверсирования двигателя заключается в переключении начала и конца каждой фазы.

В качестве источника питания используются сеть постоянного тока, аккумуляторная батарея, выпрямитель.

В СССР разработаны конструкции вентильных двигателей серий ДВУ и 2ДВУ, предназначенных для электроприводов станков и роботов.

23.3.2. Вентильные двигатели серии 2ДВУ с возбуждением от редкоземельных магнитов

Серия вентильных двигателей 2ДВУ предназначена для работы в приводах подач станков с ЧПУ, в приводах промышленных роботов и в автоматических системах.

Возбуждение двигателей 2ДВУ осуществляется от редкоземельных магнитов, расположенных в роторе; в статоре уложена трехфазная обмотка, которая питается от транзисторного преобразователя типа ЭТРБ-1 или ЭПБ-2.

Двигатели типа 2ДВУ55, 85 и 115 снабжены комплектом ПДФ-8, двигатели типов 2ДВУ165, 215 и 265 — комплектом ПДФ-9.

В состав каждого из них входят датчик положения ротора двигателя, импульсный датчик пути и бесконтактный тахогенератор. В двигатели могут быть встроены магнито-электрические тормоза типа НЗТБ13.

Двигатели 2ДВУ выполнены со способом охлаждения IC0041 согласно ГОСТ 20459-75. Нагревостойкость изоляции обмоток соответствует классу F. В режиме S1 по ГОСТ 183-74 двигатели 2ДВУ обеспечивают продолжительную работу в диапазоне частот вращения двигателя: от 0 до $0,25n_{max}$ — с вращающим моментом, равным $M_{до}$, и от $0,25n_{max}$ до n_{max} — с вращающим моментом, равным $0,8M_{до}$.

Основные технические данные двигателей серии 2ДВУ представлены в табл. 23.15.

В двигателях со встроенным удерживающим тормозом номинальный (фиксирующий) момент тормозов должен быть не менее $M_{до}$. В стопорном режиме двигатель допускает перегрузку с моментом $4M_{до}$, в течение 0,5 с.

Уровень шума двигателей при максимальной частоте вращения в режиме холосто-

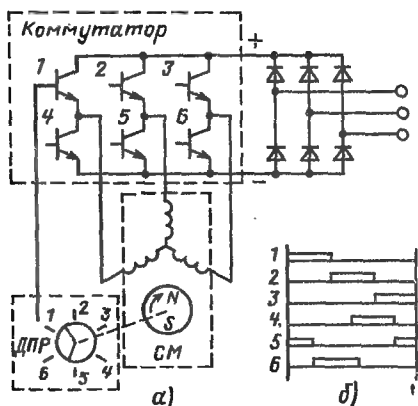


Рис. 23.8. К пояснению работы вентильного двигателя:

а — схема; б — форма и последовательность импульсов; СМ — двигатель; ДПР — датчик положения ротора

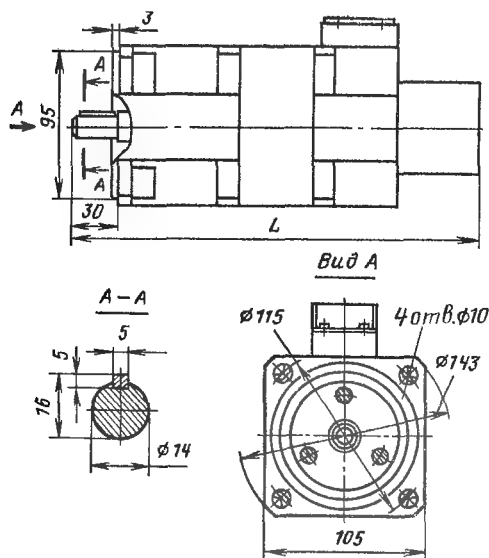


Рис. 23.9. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей серии 2ДВУ. Значения размера L приведены в табл. 23.15

го хода должен соответствовать 3-му классу по ГОСТ 16372-84.

Уровень вибрации двигателей при работе в режиме холостого хода с частотой вращения n_{max} соответствует: для двигателей 2ДВУ115А, 2ДВУ115, 2ДВУ115М — классу 0,71, для двигателей 2ДВУ115, 2ДВУ165 — классу 1,12 по ГОСТ 16921-83.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей приведены на рис. 23.9; предельная длина L_1 указана в табл. 23.15. Фланцы F55—F265 соответствуют ГОСТ 18209-73. Выступающий конец вала — по ГОСТ 1208-73.

Предельные отклонения на установочные и присоединительные размеры соответствуют классу «Повышенная точность» по ГОСТ 8592-79.

Таблица 23.15. Технические данные двигателей серии 2ДВУ

Тип двигателя	Длительный момент, Н·м	n_{max} , об/мин	Длительный момент $M_{до}$ при n_{max} , Н·м	Мощность при n_{max} , кВт	Момент инерции, кг·см ²	Масса без датчика, кг	Длина L , мм (рис. 23.9)
2ДВУ55М	0,13	6000	0,12	0,07	0,089	0,6	140
2ДВУ55	0,23		0,21	0,13	0,157	0,9	165
2ДВУ85М	0,47		0,36	0,2	0,69	1,5	200
2ДВУ85	1,0	4000	0,72	0,3	1,23	2,5	230
2ДВУ115А	2,3		1,8	0,75	3,1	5	270
2ДВУ115S	3,5		2,9	0,9	4,2	6	290
2ДВУ115М	4,7	3000	3,8	1,1	5,2	7	310
2ДВУ115L	7,0		5,6	1,75	7,3	9	350
2ДВУ165S	13	2000	11	2,3	39	16	439
2ДВУ165М	17		14	3	51	19	464
2ДВУ165L	23		19	4	69	23	517
2ДВУ215S	35		30	6,3	134	38	572
2ДВУ215М	47		40	8,4	176	45	622
2ДВУ215L	70		48	10	239	56	696
2ДВУ265S	100		72	15	442	86	685
2ДВУ265М	130		91	19	581	109	760
2ДВУ265L	170		106	22	720	132	835

Таблица 23.16. Технические данные тахогенераторов, входящих в комплект ПДФ

Параметр	ПДФ-8	ПДФ-9
Тип тахогенератора	ТС-45	ТС-71
Крутизна выходной характеристики, мВ/(об/мин)	2,5	2,5
Нестабильность выходного напряжения, %	2,5	1,5
Температурный дрейф, %	-2,0	-2,0
Номинальная нагрузка, кОм	20	20
Момент инерции ротора, кг · см ²	0,06	0,51
Диапазон частоты вращения, об/мин	0—6000	0—6000
Общая масса, кг	0,6	1,9

Примечание. Возможное число импульсов датчика пути на один оборот — 250, 500, 625, 1250, 2500.

Таблица 23.17. Технические данные тормозов

Параметр	НЗТБ13-08	НЗТБ13-11	НЗТБ13-13	НЗТБ13-14
Тормозной момент, Н · м	7	25	63	85
Напряжение включения, В	24	24	24	24
Потребляемая мощность, Вт	12	22	26	38
Время включения, мс	55	55	100	100
Время выключения, мс	18	18	100	100
Момент инерции, кг · см ²	2	12	30	95
Масса, кг	0,8	2,3	5,6	7,6

Конструктивное исполнение по способу монтажа — 1М3081 по ГОСТ 2479-79. Условия эксплуатации двигателей в части воздействия механических факторов — по группе М8 ГОСТ 17516-72. Нормальные значения климатических факторов внешней среды для климатического исполнения О4 и УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Для двигателей исполнения О4 допускается снижение момента $M_{д0}$ по сравнению с исполнением УХЛ4 на одну ступень.

Степень защиты двигателей от воздействия окружающей среды — IP54 по ГОСТ 17494-72.

Таблица 23.18. Технические данные преобразователей

Параметр	Блок питания		Блок управления	
	ЭТРБ-1	ЭТРБ-1М	ЭТПБ-1М	ЭТРБ-1М
Напряжение, В:				
входное	380 ± 38		520 ± 52	
выходное	520 ± 52		0—520	
Ток, А:				
номинальный	50	50	25	50
максимальный	75	100	50	100
Глубина регулирования	—		1:10000	
Габаритные размеры, мм	160 ×		160 ×	
	× 350 ×		× 350 ×	
	× 340		× 340	

Примечание. Охлаждение преобразователей — принудительное от однофазной сети 220 В.

Обмотки статора соединены в звезду, нулевая точка выведена. Количество выводных концов: 4 — от обмотки статора; 2 — от цепи терморезисторов; 2 — от тормоза; 1 — вывод заземления.

Показатели надежности

Средний срок службы двигателей (без учета выключателя ПДФ8 и тормоза), лет, не менее	15
Средний срок службы до первого	
Средний срок службы до первого капитального ремонта, лет . .	8
Вероятность безотказной работы двигателя (без учета тормоза и комплекта ПДФ8) за время, равное 10000 ч, не менее	0,9

Технические данные комплектов ПДФ8 и ПДФ9 магнитоэлектрических тормозов типа НЗТБ13, а также преобразователей типа ЭТБ представлены в табл. 23.16—23.18.

23.3.3. Вентильные двигатели серии ДВУ с ферритовыми магнитами

Двигатели ДВУ165 и ДВУ215 предназначены для электроприводов подач станков и роботов.

Условное обозначение двигателей серии ДВУ: ДВУ — двигатель вентильный управ-

Таблица 23.19. Технические данные двигателей серии ДВУ

Тип двигателя	$M_{д0}$, Н·м	n_{max} , об/мин	$I_{д0}$, А	Масса, кг	Момент инерции, 10^{-4} кг·м ²
ДВУ165S	7	1500 2500	2,7 4,5	22,5	55
ДВУ165M	10	1000 2000	2,7 5,4	26,1	73
ДВУ165L	13	1000 2000	3,5 7	32,2	90
ДВУ215S	17	1000 2000	4,2 8,4	46,2	193
ДВУ215M	23	1000 2000	5,8 11,5	62,4	262
ДВУ215L	35	1000 2000	9,2 18,4	75,6	331

ляемый; 165, 215 — диаметр окружности расположения центров отверстий на крепительном фланце; S, M, L — условная длина сердечника статора.

В комплект двигателей ДВУ165 и ДВУ215 входят комплект ПДФ-9 с датчиком положения и датчиком пути типа LTSa-11c и безлюфтовый тормоз типа НЗТБ. Технические данные тормозов приведены в табл. 23.17 двигателей ДВУ — в табл. 23.19.

Технические данные датчика пути типа LTSa-11c

Номинальная рабочая частота питающего напряжения, кГц	2,5
Рабочий диапазон частот питающих напряжений, Гц	400—10 000
Напряжение, В:	
входное	12
выходное	6
Коэффициент передачи	0,5
Мощность, мВт	2,2
Наибольшее допустимое отклонение при повороте на 360°, угл. мин	7
Активное сопротивление обмоток, Ом:	
статора	41
ротора	17,3

Режим работы двигателей — S1 по ГОСТ 183-74 с моментом на валу $M_{д0}$ при частотах вращения от 0 до $0,25n_{max}$ и с моментом не менее $0,8M_{д0}$ при частотах вращения от $0,25n_{max}$ до n_{max} .

При частоте вращения n_{max} двигателя на частотах вращения 1500 и 1000 об/мин должны допускать работу в режиме S1 с моментом на валу $M_{д0}$, а двигатели на частотах вращения 2500 и 2000 об/мин — работу в течение 1 мин с моментом на валу $0,5M_{д0}$.

Двигатели допускают работу в режимах S1—S8 по ГОСТ 183-74 с моментом не более $4M_{д0}$ в течение времени, при котором превышение температуры обмоток статора — не более 100 °C.

Питание двигателей должно осуществляться от полупроводникового преобразователя с явно выраженным звеном постоянного тока напряжением от 494 до 572 В.

В переходных режимах в течение 0,2 с двигатели обеспечивают следующие перегрузки:

- при n_{max} — не менее $2,5M_{д0}$;
- при $0,5n_{max}$ — не менее $3,5M_{д0}$;
- при $0,25n_{max}$ — не менее $4M_{д0}$.

Двигатели допускают перегрузку по току не менее $5I_{д0}$ без размагничивания. Расчетная кратность пускового момента — не менее 10 для двигателей ДВУ165 и не менее 15 для двигателей ДВУ215. Кратность максимального момента — не менее 5.

Средние расчетные ускорения с нормированным дополнительным моментом инерции на валу двигателей приведены ниже:

Тип двигателя	Дополнительный момент инерции, кг·м ²	Среднее ускорение, рад/с ²
ДВУ165S	0,006	3000
ДВУ165M	0,011	1800
ДВУ165L	0,015	1800
ДВУ215S	0,022	1700
ДВУ215M	0,032	1700
ДВУ215L	0,050	1400

Конструкция двигателей серии ДВУ по способу монтажа — IM3081 по ГОСТ 2479-79.

Способ охлаждения двигателей — IC0040 по ГОСТ 20459-75.

Степень защиты двигателей — IP54 по ГОСТ 17494-72.

Изоляция двигателей класса нагревостойкости F — по ГОСТ 8865-70.

В лобовую часть обмотки статора встраиваются терморезисторы типа СТ14-2-145, имеющие следующие основные технические данные:

Классификационная температура, °C	130
Спротивление терморезистора при температуре на 5 °C ниже клас-	

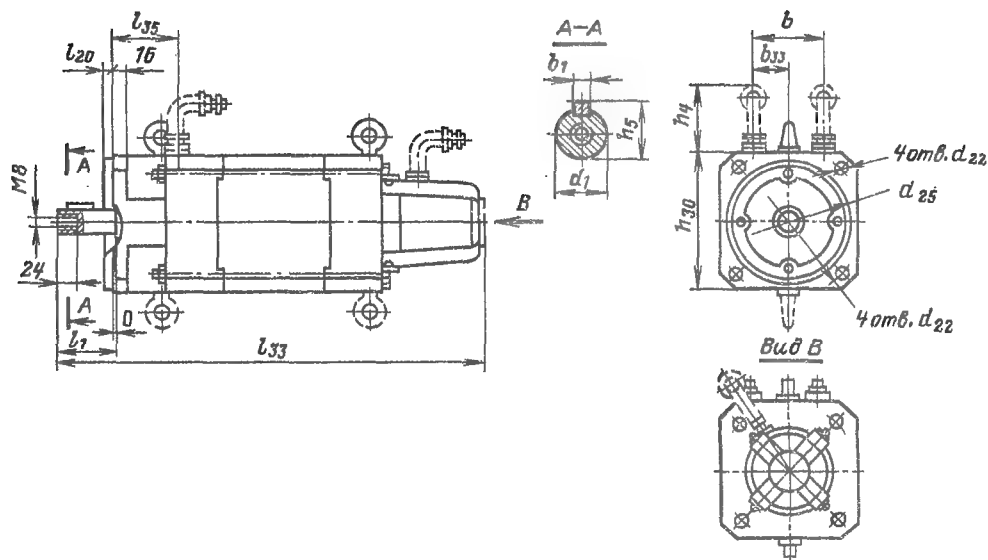
сификационной температуры, Ом,
не более 550

Сопротивление терморезистора при
температуре на 5°C выше класси-
фикационной температуры, Ом,
не менее 1330

Двигатели изготавливают с числом полюсов, равным 6, схема соединения обмотки статора — звезда с выводом нулевой точки.

Количество выводных концов: 4 — от обмотки статора; 2 — от терморезисторов; 2 — от тормоза; 1 — от заземления.

Таблица 23.20. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, двигателей ДВУ165 и ДВУ215



Тип двигателя	l_1	l_{20}	l_{33}	l_{35}	d_1	d_{22}	d_{25}	h_4	h_5	h_{30}	b_1	b_{33}
ДВУ165S	60	3,5	473	70	28	12	130	60	31	142	8	40
ДВУ165SE												
ДВУ165M			525									
ДВУ165ME												
ДВУ165L			577									
ДВУ165 LE												
ДВУ125S	80	4	588	111	32	15	180	75	35	190	10	53
ДВУ125SE												
ДВУ125M			660									
ДВУ125ME												
ДВУ125L			732									
ДВУ1251LE												

Примечание. Буква Е в обозначении типа указывает на наличие встроенного тормоза.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей даны в табл. 23.20.

Средний уровень звука двигателей при работе на естественной механической характеристике в режиме холостого хода при частоте вращения $0,5n_{max}$ не должен превышать 60 дБ (по шкале А).

Уровни вибрации двигателей при работе на естественной механической характеристике в режиме холостого хода с частотой вращения $0,5n_{max}$ должны соответствовать классу 1,12 по ГОСТ 6921-83.

Двигатели должны иметь токоввод, который осуществляется через один силовой и один слаботочный соединители типа 2РТГ и отдельный токоввод и выключатель.

Показатели надежности

Средний срок службы двигателей (расчетный) без учета тормозов и выключателей при наработке 40 000 ч, лет, не менее	15
Среднее время восстановления работоспособного состояния двигателей, ч:	
по обмотке статора	30
по намагничиванию ротора	8
по замене подшипников	8
Вероятность безотказной работы двигателей без учета тормозов и выключателей за 10 000 ч, не менее	0,9
Наработка на отказ (без учета тормозов и выключателей), ч, не менее	15 000

РАЗДЕЛ 24

ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

24.1. Особенности и классификация взрывозащищенного электрооборудования

Взрывозащищенные электрические машины подразделяются на два типа: электрические машины, предназначенные для эксплуатации во взрывоопасных помещениях и в наружных установках, и рудничные электрические машины, предназначенные для применения в подземных выработках угольных шахт. Их отличиям от машин общего назначения являются в первую очередь конструкция и частично материалы оболочек и уплотнений, обеспечивающих требуемую взрывозащиту. Ряд рудничных двигателей отличается также изоляцией обмоток, номинальным напряжением, связанным с условием питания двигателей, работающих в подземных выработках, механическими характеристиками, определяемыми специфическими требованиями привода.

Степень защиты и конструкция двигателей определяются взрывоопасностью помещений, для работы в которых они предназначены, и наличием в окружающей среде тех или иных газов, паров, пыли или горючих волокон, которые могут образовать взрывоопасные смеси с воздухом.

Классификация взрывоопасных смесей, а следовательно, и маркировка электрообо-

рудования, в том числе электрических машин, претерпевали ряд изменений. В период с 1950 по 1967 г. действовали «Правила изготовления взрывозащищенного электрооборудования» (ПВЭ, М.—Л.: Энергия, 1964. 94 с.) и «Правила изготовления рудничного электрооборудования для угольных и сланцевых шахт (ПБ. М.: Углетехиздат, 1958. 596 с.). В 1967 г. были утверждены «Правила изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования» (ПВБРЭ, М.: Энергия, 1969. 207 с.). С 1977 по 1982 г. с учетом стандартов МЭК и рекомендаций СЭВ были разработаны ГОСТ, устанавливающие требования и методы испытаний изделий с различными видами взрывозащиты, новую классификацию и систему маркировки взрывозащищенного электрооборудования. В эти же годы были утверждены стандарты, регламентирующие требования к изоляции и методы испытаний рудничного нормального электрооборудования.

В настоящее время наряду с электрическими машинами, разработанными в соответствии с последними ГОСТ, находятся в эксплуатации взрывозащищенные электродвигатели, соответствующие нормам ПВБРЭ, а также отвечающие требованиям ПВЭ и ПБ. Они имеют различную систему маркировки, определяемую этими документами.

В технических описаниях взрывозащищенных двигателей, приведенных в настоящем разделе, указываются условия эксплуатации двигателей по виду их взрывозащиты в обозначениях, принятых в названных выше документах.

24.2. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии МА36, МА37

24.2.1. Двигатели МА36 с фазными роторами 4-го и 5-го габаритов

Двигатели (табл. 24.1) предназначены для продолжительного режима работы S1 при питании от сети переменного тока частотой 50 Гц. Условия эксплуатации — угольные шахты, опасные по газу (метан) и угольной пыли.

Климатическое исполнение двигателей — У или Т в условиях, нормированных для категорий размещения 2,5 по ГОСТ 15150-69.

Структура условного обозначения типа двигателя: МА — мотор асинхронный; 36 — номер серии, первая цифра — условное обозначение габарита, вторая цифра — условное обозначение длины пакета статора; третья

цифра — число полюсов; Ф — фазный ротор; в конце обозначения — климатическое исполнение и категория размещения.

Двигатели допускают включение на полное напряжение. Изоляция двигателей — влагостойкая не ниже класса F. Предельно допустимое превышение температуры обмотки ротора 110 °С.

Допустимое значение вибрационной скорости двигателей — 4,5 мм/с по ГОСТ 16921-71.

Исполнение двигателей по способу монтажа — IM1001 с одним выступающим цилиндрическим концом вала.

Расположение коробки выводов статора — слева, если смотреть со стороны рабочего конца вала. По требованию заказчика двигатели могут быть изготовлены с правым расположением коробки выводов статора.

Двигатели для внутрисоюзных поставок соответствуют требованиям ТУ 16-511.015-76 и ПБ, для поставок на экспорт — ОСТ 16.0.800.210.75.

Исполнение двигателей по взрывозащите — РВ.

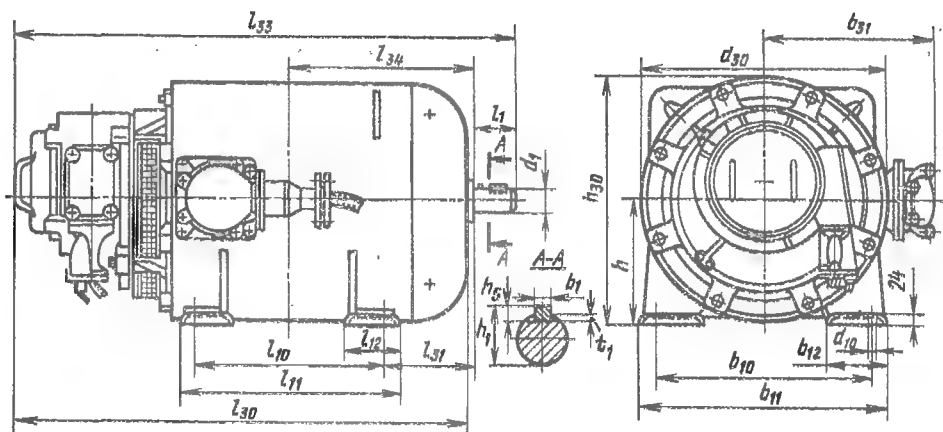
Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса двигателей приведены в табл. 24.2.

Таблица 24.1. Технические данные двигателей МА36 с фазными роторами 4-го и 5-го габаритов

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	n_c , об/мин	При номинальной нагрузке					I_2 , А	U_2 , В	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	Момент инерции ротора, кг · м ²	Допу- стимый средний уровень звука, дБ (по шкале А)
			s , %	I_1 , А при $U_{ном}$, В		КПД, %	cosφ					
				380	660							
МА36-41/6ФУ5	55	1000	2	116	67	90,5	0,80	90	370	2,5	4,05	86
МА36-42/6ФУ5	75	1000	2	156	90	91,0	0,81	90	500	2,5	4,9	89
МА36-41/8ФУ5	40	750	2,67	87	50,5	89,5	0,78	95	250	2,2	4	81
МА36-42/8ФУ5	55	750	2,67	116	67	90,5	0,8	105	310	2,2	4,9	81
МА36-51/6ФУ5	100	1000	1,5	195	113	91,0	0,85	105	570	2,5	10	89
МА36-52/6ФУ5	125	1000	1,5	242	140	91,5	0,86	115	655	2,5	11,3	91
МА36-51/8ФУ5	75	750	2	154	89	91,0	0,82	85	525	2,5	11,5	84
МА36-52/8ФУ5	100	750	2	200	115	91,5	0,83	95	630	2,5	13	84
МА36-41/6ФТ5	40	1000	2	87	50,5	89,5	0,78	67	370	2,5	4,1	99
МА36-42/6ФТ5	55	1000	2	116	67	90,5	0,8	66	500	2,5	4,9	102
МА36-41/8ФТ5	30	750	2,67	68	39	88,3	0,76	73	250	2,5	4	94
МА36-42/8ФТ5	40	750	2,67	87	50,5	89,5	0,78	87	310	2,2	4,9	94
МА35-51/6ФТ5	75	1000	1,5	156	90	91,0	0,81	79,5	570	2,5	10	102
МА36-52/6ФТ5	100	1000	1,5	195	113	91	0,85	94	655	2,5	11,3	104
МА36-51/8ФТ5	55	750	2	116	67	90,5	0,8	63	525	2,5	11,5	97
МА36-52/8ФТ5	75	750	2	154	89	91	0,82	72	630	2,5	13	97

Примечание. n_c — синхронная частота вращения; s — скольжение; I_1 — ток статора; I_2 — ток ротора; U_2 — напряжение на контактных кольцах.

Таблица 24.2. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей МА36



Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{31}	d_1	d_{10}	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}
МА36-41/6,8 МА36-42/6,8	20	510	600	150	440	75	27	590	140	490 590	580 680
МА36-51/6,8 МА36-52/6,8	24	620	720	180	490	80	34	704	170	525 595	655 725
Тип двигателя	l_{12}	l_{30}	l_{31}	l_{33}	l_{34}	h	h_1	h_5	h_{30}	t_1	Масса, кг
МА36-41/6,8 МА36-42/6,8	150	1218 1318	252	1365 1465	497 547	300	12	81	595	6	930 1070
МА36-51/6,8 МА36-52/6,8	180	1325 1395	286	1504 1574	548,5 583,5	355	14	87	707	7	1420 1580

Двигатели изготовляют на номинальное напряжение 380 В, соединение фаз обмотки статора — треугольник.

По требованию заказчика двигатели могут изготовляться на номинальное напряжение 660 и 500 В. Предусмотрено пересоединение двигателя на номинальное напряжение 660 или 380 В путем перепайки выводных концов обмотки статора.

Корпус двигателя конструктивно выполнен сварным из листового стали и состоит из двух оболочек: наружной, к которой приварены лапы и транспортные ушки, и внутренней, состоящей из двух цилиндров, соединенных между собой планками со скобами. Оболочки связаны в одно целое скобами и сухарями, служащими одновременно опорами для крепления щитов. В один из

цилиндров вварен выводной патрубок для присоединения коробки выводов статора.

Двигатели имеют воздушное обдуваемое охлаждение и внутреннюю замкнутую систему циркуляции воздуха, которая осуществляется вентиляционными крыльями ротора. Внешний обдув двигателей производится вентилятором, насаженным на вал ротора.

Пазы статора — открытые, прямоугольные. Обмотка — двухслойная с жесткими секциями.

Двигатели имеют чугунную коробку выводов. Токоведущие проходные зажимы выполнены в виде проходных изоляционных втулок, входящих одна в другую. Коробка выводов допускает ввод бронированного кабеля с медными жилами. Обмотка ротора — стержневая с изоляцией класса F.

Контактные кольца заключены во взрывобезопасный колпак, отделенный от переднего щита. В промежутке между ними установлен вентилятор, обдувающий одновременно колпак и передний щит.

С торца колпак закрывается крышкой с пенальным затвором. В колпаке имеется электромеханическая блокировка, не позволяющая открывать крышку колпака при не отключенном от сети двигателе.

24.2.2. Двигатель МА36-50/6-18У2

Двигатель с короткозамкнутым ротором МА36-50/6-18У2 предназначен для комплектации электропривода centrifуги типа ПМ1200, применяемой во взрывоопасных помещениях всех классов и в наружных установках классов В-Іг по классификации ПУЭ. Исполнение по взрывозащите — В2Г в соответствии с ПИВЭ.

Номинальное напряжение двигателя 380 В при частоте 50 Гц. Двигатель двухскоростной на 6 и 18 полюсов. Номинальные частоты вращения 980 и 317 об/мин. Режим работы — S8. Двигатель обеспечивает работу по графику, приведенному в табл. 24.3, с минимальным циклом 490 с.

Допустимая собственная вибрация при работе двигателя на частоте вращения 1000 об/мин соответствует классу 7 по ГОСТ 16921-71.

Среднее значение уровня звука (по шкале А) при длительном режиме работы на частоте вращения 1000 об/мин на расстоянии 1 м от контура двигателя не превышает 99 дБ, на расстоянии 3 м от контура двигателя не превышает 92 дБ для двигателей, поставляемых на экспорт.

Таблица 24.3

Наименование периода цикла	Время, с
Разгон двигателя до частоты вращения 317 об/мин	17
Работа с частотой вращения 317 об/мин при загрузке centrifуги	12
Разгон двигателя до частоты вращения 980 об/мин	28
Работа на частоте вращения 980 об/мин	301
Торможение двигателя с рекуперацией электроэнергии путем переключения обмотки статора на частоту вращения 317 об/мин	12
Дотормаживание механическим тормозом	60
Выгрузка и стоянка centrifуги	60

Показатели надежности двигателя

Срок службы до капитального ремонта, ч, не менее	15000
Вероятность безотказной работы за указанный срок службы при доверительной вероятности 0,8:	
за 5000 ч эксплуатации	0,94
за 10000 ч эксплуатации	0,92
за 15000 ч эксплуатации	0,9

Максимальный момент двигателя в процессе разгона и торможения при работе с $2p = 6$ — не более 700 Н·м, при работе с $2p = 18$ — не более 800 Н·м. Максимальный пусковой ток при переключении обмотки статора с $2p = 6$ на $2p = 18$ 300 А. Двигатель рассчитан на работу с centrifугой, имеющей динамический момент инерции в загруженном состоянии 212,5 кг·м² (в незагруженном 137,5 кг·м²).

Исполнение двигателя по способу монтажа — ІМ3011.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70:

нижний предел температуры окружающей среды, °С	—30
верхнее значение относительной влажности при температуре 35 °С, %	97
Окружающая среда	Взрывоопасная*

* По условиям работы возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, отнесенных по классификации ПИВЭ к группам А, Б, Г и категории 2.

Двигатель соответствует группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516-72.

24.2.3. Двигатели МА36 с короткозамкнутыми роторами 6-го и 7-го габаритов

Двигатели предназначены для работы в шахтах, опасных по газу (метан) или угольной пыли, а также во взрывоопасных помещениях всех классов и в наружных установках класса В-Іг по классификации ПУЭ в стационарных установках.

Климатическое исполнение — У и Т категорий размещения 2 или 5. По требованию заказчика двигатели могут изготавливаться также в климатическом исполнении УХЛ и О категорий размещения 4.

Двигатели для нужд народного хозяйства и для поставки на экспорт соответствуют требованиям ТУ 16-513.419-81.

Таблица 24.4. Технические данные двигателей МА36 6-го и 7-го габаритов (климатическое исполнение У2 и У5)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	Ток статора, А, при $U_{\text{ном}}$, В		n_c , об/мин	s , %	КПД, %	$\cos\varphi$	$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	Исполнение по взрывозащите		
		380	660										
МА36-60/2У5	200	364	210	3000	0,83	91,5	0,9	6,5	1	2	РВ		
МА36-60/2У2											В1Г, В2Г, В3Г		
МА36-61/2У5	250	453	262				0,91				РВ		
МА36-61/2У2					92		В1Г, В2Г, В3Г						
МА36-61/4У5	200	374	216	1500	1	0,89	1,6	2,5	РВ				
МА36-61/4У2											В1Г, В2Г, В3Г		
МА36-62/4У5	250	465	268	1500	1	93	0,89	6,5	1,6	2,5	РВ		
МА36-62/4У2													В1Г, В2Г, В3Г
МА36-61/6У5	160	305	176	1000	1	93	0,84	6,5	1,3	2,5	РВ		
МА36-61/6У2													В1Г, В2Г, В3Г
МА36-61/6ВУ5													РВ
МА36-61/6ВУ2													В1Г, В2Г, В3Г
МА36-62/6У5	200	380	220								РВ		
МА36-62/6У2													В1Г, В2Г, В3Г
МА36-61/8У5	125	244	141	750	1,3	93,5	0,81	6,5	1,3	2,5	РВ		
МА36-61/8У2													В1Г, В2Г, В3Г
МА36-62/8У5	160	310	180										РВ
МА36-62/8У2													В1Г, В2Г, В3Г
МА36-71/4У5	320	587	340	1500	1	93	0,89		1,4	2,5	РВ		
МА36-71/4У2											В1Г		
МА36-71/6У5	250	475	274	1000			0,86				РВ		
МА36-71/6У2											В1Г		
МА36-71/8У5	200	380	220	750	1,3	93,5	0,85				РВ		
МА36-71/8У2												В1Г	

Таблица 24.5. Технические данные двигателей МА36 с короткозамкнутыми роторами 6-го габарита (климатическое исполнение Т2 и Т5)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	Час-тога сети f , Гц	n_c , об/мин	s , %	Ток статора, А, при $U_{\text{ном}}$, В				КПД, %	$\cos\varphi$	$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$
						380	400	415	440					
МА36-60/2Т5	160	440	60	3600	0,83	—	—	—	264	89,5	0,89	8,5	1,2	2,3
МА36-60/2Т2	160	380, 400, 415	50	3000	0,83	302	287	276	—	89,5	0,90	8	1,2	2,3
МА36-61/2Т5	200	440	60	3600	0,83	—	—	—	323	90,5	0,90	8,5	1,2	2,3
МА36-61/2Т2	200	380, 400, 415	50	3000	0,83	370	351	338	—	90,5	0,91	8	1,2	2,3
МА36-61/4Т5	190	440	60	1800	1,1	—	—	—	319	92	0,85	8,5	2	2,5

Продолжение табл. 24.5

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	Частота сети f , Гц	n_c , об/мин	s , %	Ток статора, А, при $U_{\text{ном}}$, В				КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_n}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_n}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$
						380	400	415	440					
МА36-61/4Т2	190	380, 400, 415	50	1500	1	364	346	334	—	92	0,86	8	1,7	2,5
МА36-62/4Т5	230	440	60	1800	1,1	—	—	—	380	92,5	0,86	8,5	2,0	2,5
МА36-62/4Т2	230	380, 400, 415	50	1500	1	435	412	398	—	92,5	0,87	8	1,7	2,5
МА36-61/6Т5	140	440	60	1200	1,25	—	—	—	250	92	0,80	8	2	2,5
МА36-61/6Т2	140	380, 400, 415	50	1000	1,5	284	270	260	—	92,5	0,81	8	1,5	2,5
МА36-62/6Т5	170	440	60	1200	1,25	—	—	—	302	92,5	0,80	8	2	2,5
МА36-62/6Т2	170	380, 400, 415	50	1000	1,5	343	326	314	—	93	0,81	8	1,5	2,5
МА36-61/8Т5	125	440	60	900	1,66	—	—	—	226	93	0,78	7,5	1,8	2,5
МА36-61/8Т2	125	380, 400, 415	50	750	1,3	261	248	239	—	93,5	0,78	7,5	1,3	2,5
МА36-62/8Т5	150	400	60	900	1,66	—	—	—	271	93	0,78	7,5	1,8	2,5
МА36-62/8Т2	150	380, 400, 415	50	750	1,3	313	298	286	—	93,5	0,78	7,5	1,3	2,5

Таблица 24.6. Технические данные двигателей МА36 с короткозамкнутыми роторами 7-го габарита (климатическое исполнение Т2 и Т5)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	f , Гц	Частота n_c , об/мин	s , %	I_n , А	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_n}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_n}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$
МА36-71/6Т5	220	380	50	1000	1	445	92	0,82	7	1,7	2,7
		400				407		0,85			
		415				397		0,84			
МА36-71/6Т2		440	60	1200	0,83	372	91,5	0,85		1,3	
МА36-71/8Т5	180	380	50	750	1,3	364	93	0,81	6,5	1,5	2,5
		400				334		0,84			
		415				326		0,85			
МА36-71/8Т2		440	60	900	1,1	304	92,5	0,84		1,2	

Технические данные двигателей климатического исполнения У2 и У5 приведены в табл. 24.4. Технические данные двигателей, поставляемых на экспорт в страны с тропическим климатом, приведены в табл. 24.5 и 24.6.

Габаритные, установочно-присоединительные размеры и масса двигателей приведены в табл. 24.7 и на рис. 24.1.

Конструктивное исполнение большинства двигателей — IM1001 по ГОСТ 2479-79. Конструктивное исполнение МА36-61/6ВУ5,

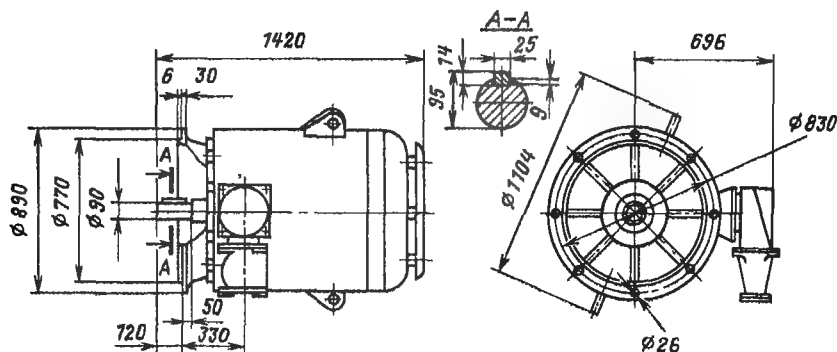
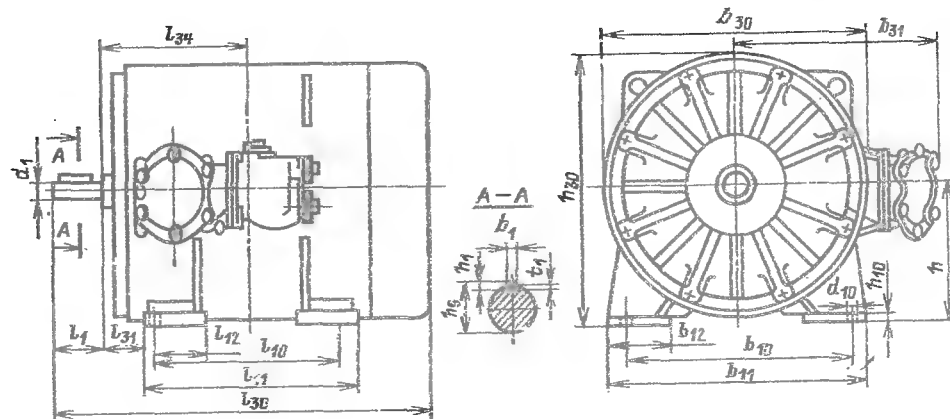


Рис. 24.1. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей МА36-61/6ВУ2

Таблица 24.7. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей МА36 (6-й и 7-й габариты)



Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{31}	d_1	d_{10}	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{30}	l_{31}	l_{34}	h	h_1	h_{10}	h_5	h_{30}	r_1	Масса, кг
МА36-60/2У5 МА36-60/2У2	20	760	860	200	692	75	34	864	140	625	725	200	1225	158	470,2	450	12	30	79,5	882	7,5	1965
МА36-61/2У5 МА36-61/2У2										695	795		1296		505,5							2230
МА36-61/4, 6, 8У5 МА36-61/4, 6, 8У2	25	760	860	200	692	90	34	864	170	625	726	200	1255	158	470,5	450	14	30	95	882	9	2050
МА36-62/4, 6, 8У5 МА36-62/4, 6, 8У2										695	795		1325		505,5							2280
МА36-71/4, 6, 8У5 МА36-71/4, 6, 8У2	28	900	1000	180	750	100	40	1002	210	645	880	235	1443	225,5	548	530	16	40	106	1031	10	2280

МА36-61/6ВУ2 — ИМ3011 (буква В обозначает — вертикальный). Исполнение по взрывозащите двигателей 6-го габарита — РВ, В1Г, В2Г, В3Г, двигателей 7-го габарита — РВ, В1Г согласно ПИВЭ.

Степень защиты основной оболочки двигателей — IP54, узла наружного вентилятора — IP10.

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15543-70:

Температура окружающей среды, °С От -35 до +35

Верхнее значение относительной влажности, %, при температуре 35 °С 100

Окружающая среда Взрывоопасная*

* В шахтах — по газу (метану) и угольной пыли — и в других помещениях, в которых по условиям работы возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, отнесенных по классификации ПИВЭ к группам А, Б, Г и категориям 1, 2, 3.

Двигатели соответствуют группе усло-

Таблица 24.8. Технические данные двигателей МА36 с фазным ротором 6-го и 7-го габаритов (исполнение У2 и У5)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	Ток статора, А, при $U_{\text{ном}}$, В		n_c , об/мин	s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	M_{max} $M_{\text{ном}}$		Данные ротора		Исполнение по взрывозащите
		380	660							U_2 , В	I_2 , А	
МА36-61/6ФУ5	160	303	175	1000	1,5	92,5	0,87			575	165	РВ
МА36-61/6ФУ2												В1Г
МА36-62/6ФУ5	200	372	215			93				715		РВ
МА36-62/6ФУ2												В1Г
МА36-61/8ФУ5	125	250	144	750	1,3	92,5	0,83			440	170	РВ
МА36-61/8ФУ2												В1Г
МА36-62/8ФУ5	160	313	182			93	0,84			500	190	РВ
МА36-62/8ФУ2												В1Г
МА36-71/6ФУ5	250	465	268	1000	1,0	93,5	0,88			1000	150	РВ
МА36-71/6ФУ2												В1Г
МА36-72/6ФУ5	320	595	344			93,7				1170	160	РВ
МА36-72/6ФУ2												В1Г
МА36-71/8ФУ5	200	380	220	750	1,3	93	0,86			1000	120	РВ
МА36-71/8ФУ2												В1Г
МА36-72/8ФУ5	250	470	272			93,5	0,87			1200		РВ
МА36-72/8ФУ2												В1Г

вий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516-72.

Режим работы двигателей — S1 по ГОСТ 183-74.

Изоляция обмотки статора нагревостойкости — класса F по ГОСТ 8865-70.

Сопروتивление изоляции обмотки статора относительно корпуса при рабочей температуре — не менее 0,66 МОм.

Допустимая вибрация двигателей соответствует классу 4,5 по ГОСТ 16921-71. Уровень шума по классу 1 по ГОСТ 16372-77.

Двигатели имеют следующие показатели надежности: наработка на отказ 11 500 ч; срок службы до капитального ремонта — не менее 10 лет.

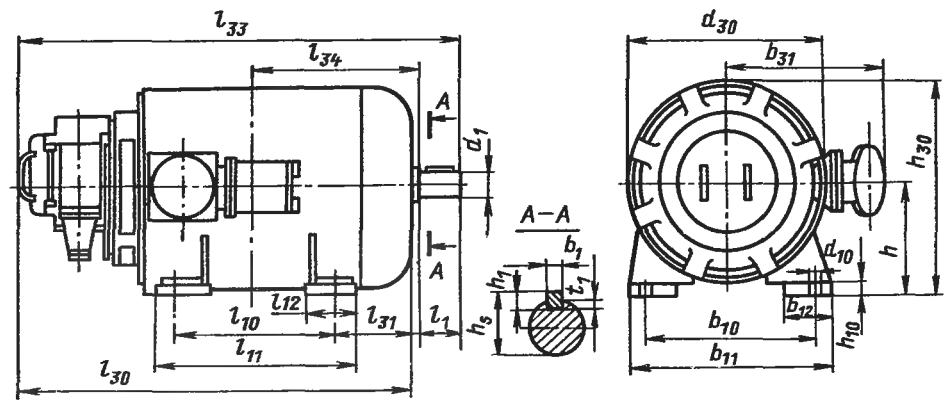
24.2.4. Двигатели МА36 с фазными роторами 6-го и 7-го габаритом

Двигатели предназначены для привода подъемных машин, конвейеров, лебедок и других механизмов, работающих в шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли, а также во взрывоопасных помещениях всех классов и в наружных установках класса В-1г по классификации ПУЭ в стационарных установках.

Т а б л и ц а 24.9. Технические данные двигателей МА36 с фазными роторами 6-го и 7-го габаритов
(исполнение Т2 и Т5)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}},$ кВт	$n_c,$ об/мин	$s, \%$	$f, \text{Гц}$	$U_{\text{ном}},$ В	$I_1,$ А	КПД, %	$\cos \varphi$	Данные ротора		$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$
									$U_2, \text{В}$	$I_2, \text{А}$	
МА36-61/6ФТ5	140	1000	1,1	50	380	289	92	0,80	510	165	3,5
					400	215					
					415	265					
МА36-61/6ФТ2	1200	1,2	60	440	250			660	125	4	
МА36-62/6ФТ5	170	1000	1,1	50	380	350	92,5		700	145	3,5
					400	332					
МА36-62/6ФТ2											
	1200	1,2	60	440	302			825	125	4	
МА36-61/8ФТ5	120	750	0,8	50	380	252	93	0,78	450	160	3,5
					400	239					
					415	230					
МА36-61/8ФТ2	900	1,3	60	440	218	92,5		500	145		
МА36-62/8ФТ5	140	750	0,8	50	380	294	93		525	160	
					400	279					
					415	268					
МА36-62/8ФТ2	900	1,3	60	440	254	92,5		560	150		
МА36-71/6ФТ5	220	1000	1,0	50	380	438	92	0,83	1000	135	3,5
					400	400		0,86	910	145	
					415	392		0,85	950	140	
МА36-71/6ФТ2	1200	0,83	60	440	368	91,5	0,86	1000	135		
МА36-72/6ФТ5	270	1000	1,0	50	380	525	93	0,84	1150	140	
					400	483		0,87	1050	150	
					415	475		0,85	1100	145	
МА36-72/6ФТ2	1200	0,83	60	440	440	92,5	0,87	1150	140		
МА36-71/8ФТ5	180	750	1,3	50	380	364	93	0,81	1000	110	3
					400	330		0,85	920	170	
					415	320		0,84	950	115	
МА36-71/8ФТ2	900	1,1	60	440	300	92,5	0,85	1000	110		
МА36-72/8ФТ5	220	750	1,3	50	380	437	93,5	0,82	1200	110	
					400	396		0,86	1050	125	
					415	385		0,85	1100	120	
МА36-72/8ФТ2	900	1,1	60	440	360	93	0,85	1150	115		

Таблица 24.10. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей МА36 с фазным ротором 6-го и 7-го габаритов



Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{31}	d_1	d_{10}	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{30}	l_{31}	l_{33}	l_{34}	h	h_1	h_{10}	h_s	h_{30}	t_1	Масса, кг
МА36-61/6Ф, 8ФУ5 МА36-61/6Ф, 8ФУ2	25	760	860	200	692	90	34	864	170	625	725		1500		1681	625,5	450	14	30	95	882	9	2340
МА36-62/6Ф, 8ФУ5 МА36-62/6Ф, 8ФУ2										695	795		1570		1751	660,5							2548
МА36-71/6Ф, 8ФУ5 МА36-71/6Ф, 8ФУ2	28	900	1000	180	750	100	40	1002	210	645	880		1618		1843	700	530	16	40	106	1031	10	3480
МА36-72/6Ф, 8ФУ5 МА36-72/6Ф, 8ФУ2										725	960		1698		1923	740							3710

Климатическое исполнение — У, Т категорий 2 и 5 по ГОСТ 15150-69.

Структура условного обозначения типа двигателей: МА — мотор асинхронный, 36 — номер серии. Первая цифра — условное обозначение габарита, вторая цифра — условное обозначение длины пакета, третья цифра — число полюсов, Ф — фазный, последние буква и цифра — климатическое исполнение и категория размещения.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.8 и 24.9, а габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса двигателей — в табл. 24.10.

Исполнение двигателей по способу монтажа — IM1001 по ГОСТ 2479-79.

Исполнение двигателей по взрывозащите — РВ, ВГ согласно ПБ и ПИВЭ.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70, при этом температура окружающей среды — от -35 до $+35^{\circ}\text{C}$; верхнее значение относительной влажности среды — 97% при температуре 35°C .

Окружающая среда — взрывоопасная. В шахтах — по газу (метану) и угольной пыли — и в других помещениях по условиям работы возможно образование взрывоопасных паров и газов с воздухом, отнесенных по классификации ПИВЭ к группам А, Б, Г категории 1.

Двигатели соответствуют группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516-72. Режим работы двигателей — S1 по ГОСТ 183-74.

Двигатели должны допускать реверсы при среднеквадратичном токе статора, не превышающем двукратный номинальный ток.

Изоляция обмоток статора и ротора нагревостойкости — класса F по ГОСТ 8865-70.

Сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса при рабочей температуре: статора — не менее 0,66 МОм, ротора — не менее 1 МОм.

Конструкция электродвигателя с фазным ротором является модификацией электродвигателя с короткозамкнутым ротором и отличается лишь ротором и передним щитом.

Для разборки и сборки электродвигателя без снятия контактных колец с вала передний подшипник заключен в капсулу.

Контактные кольца находятся во взрыво-непроницаемом колпаке. Между щитом и колпаком установлен вентилятор, обдувающий одновременно колпак и передний щит. С торца колпак закрывается крышкой со штыковым затвором. В колпаке имеется

электроμηχανическая блокировка, состоящая из кнопки с размыкающимися контактами, установленными в коробке выводов ротора, и блокировочного винта, предотвращающая возможность снятия крышки колпака на работающем электродвигателе.

Допустимая вибрация двигателей соответствует ГОСТ 16921-71 класса 4,5. Уровень шума двигателей соответствует ГОСТ 16372-77 класса 1.

Срок службы двигателей до капитального ремонта — не менее 10 лет.

24.2.5. Двигатели МА37-52/4ВПУ2

Двигатели МА37-52/4ВПУ2 предназначены для комплектации электропривода вертикальных насосов, применяемых при перекачке нефтепродуктов во взрывоопасных помещениях всех классов и в наружных установках класса В-1г по классификации ПУЭ.

Климатическое исполнение — У категории 2 по ГОСТ 15150-69. В условном обозначении двигателей буквы ВП после цифры 4, указывающей число полюсов, определяют вертикальное исполнение двигателя с полым валом.

Двигатели соответствуют требованиям ТУ 16-510.101.76.

Технические данные двигателей

Мощность, кВт	160
Напряжение, В, при частотах сети:	
50 и 60 Гц	380/660
50 Гц	500
Номинальный ток, А, при напряжениях сети:	
380/660 В	300/173
500 В	229
КПД, %	93
$\cos \varphi$	0,89
Кратность:	
пускового тока	6,5
пускового момента	1,6
максимального момента	2,5
Момент инерции, кг·м ²	7,3
Масса, кг	1640

Габаритные, установочно-присоединительные размеры приведены на рис. 24.2. Конструктивное исполнение двигателя — IM3011 по ГОСТ 2479-79. Исполнение двигателя по взрывозащите — В2Г согласно ПИВЭ.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15543-70, при этом температура окружающей среды — от -35 до $+40^{\circ}\text{C}$; верхнее значе-

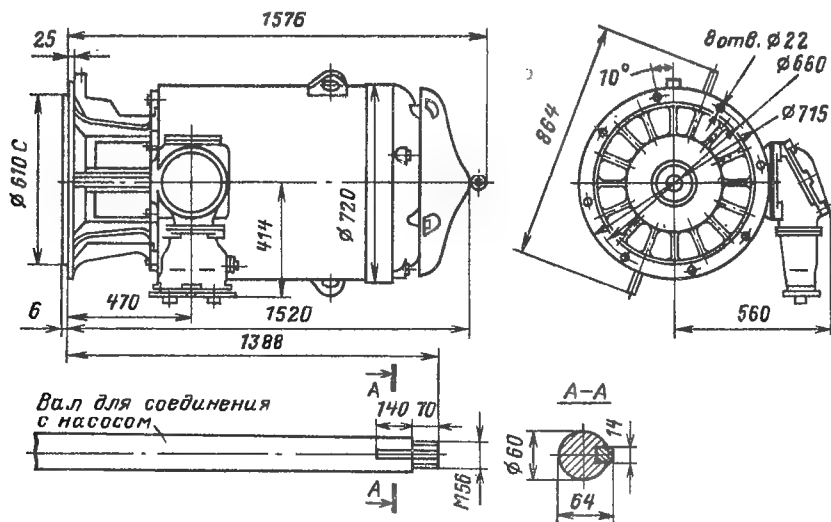


Рис. 24.2. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя МА37-52/4ВПУ2

ние относительной влажности среды — 97% при температуре +35°C.

Окружающая среда — взрывоопасная, в которой по условиям работы возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, отнесенных по классификации ПИВЭ к группам А, Б, Г и категории 2.

Режим работы двигателя — S1 по ГОСТ 183-74.

Вентиляция двигателя — аксиальная от собственного вентилятора. Направление движения охлаждающего воздуха — в сторону нижнего щита.

Изоляция обмотки статора нагревостойкости — класса F по ГОСТ 8865-70.

Сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса при рабочей температуре — не менее 0,5 МОм.

Двигатель при работе насоса должен воспринимать направленную вниз осевую нагрузку до 2000 кг.

Направление вращения — правое по ГОСТ 17154-71. Двигатель имеет контрреверсное устройство, обеспечивающее только правое вращение вала.

Двигатель имеет полый вал для соединения с насосом при помощи промежуточного вала.

Допустимая вибрация двигателя соответствует ГОСТ 16921-83 класс 7. Уровень шума соответствует ГОСТ 16372-84, класс 1, и не должен превышать 94 дБ (по шкале А).

Двигатель имеет следующие показатели надежности: срок службы до капитального

ремонта — не менее 10 лет; вероятность безотказной работы за время гарантии — не менее 0,95 при доверительной вероятности 0,8.

24.3. Асинхронные взрывозащищенные двигатели типов МТА93-6/12У5 и МКА93-4/8У5

Двигатели поставляются для комплектации шахтного самоходного вагона типа 4ВС-15РВ: двигатель типа МТА93-6/12У5 — для привода ходовой части вагона, двигатель типа МКА93-4/8У5 — для привода конвейера и маслостанции. Вагоны предназначены для работы в калийных рудниках, опасных по метану.

Климатическое исполнение двигателей — У, категория размещения — 5 по ГОСТ 15150-69.

В условном обозначении двигателей МТА93-6/12У5 и МКА93-4/8У5. Т и К обозначают: Т — тяговый, К — конвейерный, 93 — наименование серии, 6/12 и 4/8 — числа полюсов, У5 — климатическое исполнение и категория размещения.

Двигатели (табл. 24.11) соответствуют требованиям ТУ 16-510.260-83.

Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса двигателей должны соответствовать указанным на рис. 24.3.

Предельные отклонения на установочные и присоединительные размеры должны соответствовать ГОСТ 8592-79.

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$ при ПВ = 25 % кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\min}}{M_{\text{ном}}}$
МТА93-6/12У5	35 18	870 440	43 40	80 75	0,89 0,53	5 5	2,8 3,5	2,8 3,5	2 3
МТА93-4/8У5	20 10	1450 730	24,5 25	86 77	0,83 0,45	7,5 5	3 4	3 4	2,6 3

МКА 93-4/845

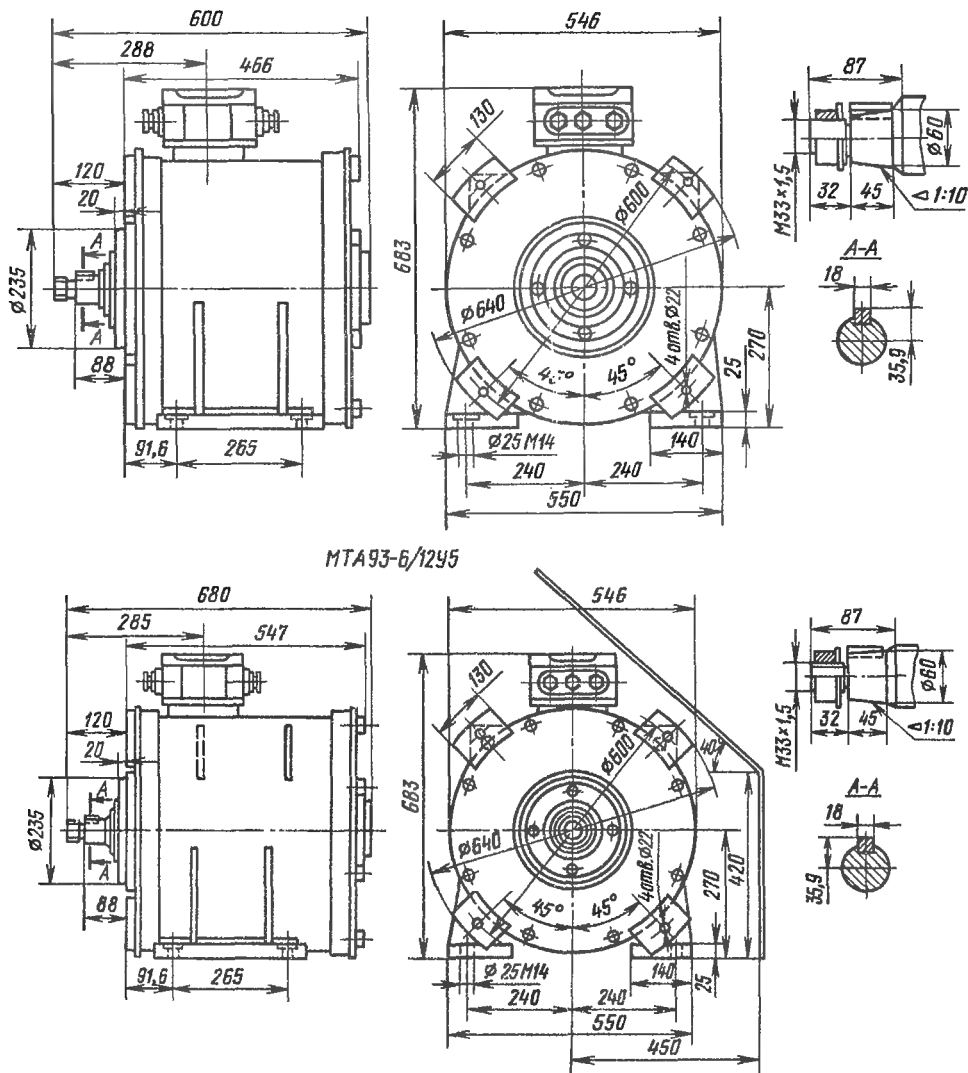


Рис. 24.3. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей МКА93-4/8У5
и МТА93-6/12У5

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70, при этом высота над уровнем моря — до 1000 м, температура окружающей среды — от -20 до $+20^{\circ}\text{C}$ (для двигателя типа МТА93-6/12У5) и до -35°C (для двигателя типа МКА93-4/8У6), относительная влажность окружающей среды не должна превышать 97% при температуре 35°C .

Двигатели изготавливаются взрывобезопасными в исполнении РВ. Конструктивное исполнение двигателей по способу монтажа — IM2003 по ГОСТ 2479-79. Режим работы двигателей — повторно-кратковременный S4 по ГОСТ 183-74 с ПВ = 25%. Продолжительность одного цикла работы вагона — до 10 мин. На меньших скоростях при маневрировании вагона, регулировании времени загрузки, а также при запуске двигателя должны работать кратковременно. Двигатель МКА93-4/8У5 должен допускать продолжительную работу с мощностью 6 кВт при частоте вращения 1500 об/мин. Двигатели допускают правое и левое направления вращения.

Двигатели устанавливаются на раме вагона и соединяются с рабочим механизмом при помощи зубчатой передачи. Свободный конец вала — конический, конусность 1:10.

Двигатели изготавливаются с изоляцией класса H по ГОСТ 8865-70.

В коробку выводов выведены шесть концов обмотки статора. Две скорости двигателей обеспечиваются переключением обмотки статора с двойной звезды на треугольник.

Допустимое значение вибрационной скорости двигателей не превышает 7 мм/с по ГОСТ 16921-83. Средний уровень звука на расстоянии 1 м от контура двигателя для МКА93-4/8У5 на холостом ходу не превышает 90 дБ, для МТА93-6/12У4 на холостом ходу не превышает 85 дБ.

Двигатели имеют следующие показатели надежности: срок службы до списания — 10 лет, срок службы подшипников — не менее 10000 ч.

24.4. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии К, КО

24.4.1. Двигатели серии К, КО основного исполнения

Двигатели предназначены для приводов насосов, вентиляторов, лебедок и других механизмов продолжительного режима ра-

боты (крановые двигатели рассчитаны на повторно-кратковременный режим работы) от сети переменного тока напряжением до 660 В, частотой 50 Гц. Двигатели рассчитаны на эксплуатацию в помещениях и наружных установках, опасных по газопаровоздушным смесям, отнесенным по взрывоопасности к 1, 2-й и 3-й категориям и группам воспламеняемости А, Б и Г, и в установках, в которых имеются горючая пыль или волокна в осевшем или взвешенном состоянии, образующие в смеси с воздухом взрывоопасные концентрации (исполнение ВЗГ), а также в угольных шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли (исполнение РВ), и удовлетворяют требованиям ПБ, ПИВЭ и ПУЭ.

Структура условного обозначения двигателей: К — наименование серии «Кузбасс»; О — обдуваемый; Ф — фланцевый. Первая цифра после букв указывает габарит, вторая цифра — условную длину (первую или вторую), цифра после тире — количество полюсов. В конце обозначения — климатическое исполнение и категория размещения.

Двигатели изготавливаются в климатическом исполнении У категорий размещения 2, 3, 4 и 5 по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15543-70, причем 2—4 — для исполнения ВЗГ и 5 — для исполнения РВ.

Необдуваемые двигатели К32-6М, предназначенные для породопогрузочных машин, а также двигатели К, КФ, КО, КОФ1, КОФ4 изготавливаются только в исполнении РВ.

Крановые двигатели изготавливаются только в исполнении ВЗГ.

Двигатели К, КО основного исполнения и крановые для внутрисоюзных поставок выпускаются в соответствии с ТУ 16-511.143-69, для поставки на экспорт — в соответствии с ТУ 16-10.510.144-69. Технические данные двигателей КО (КОФ) приведены в табл. 24.12—24.14.

Двигатель типа К32-6М имеет следующие технические данные:

Номинальная мощность, кВт	14
Напряжение, В	380/660
Ток, А	35,5/20,5
Скольжение, %	1
КПД, %	88
$\cos \varphi$	0,69
Кратность:	
пускового тока	11,8
пускового момента	3,21
максимального момента	6,6

Таблица 24.12. Технические данные двигателей КО (КОФ) (режим S1)

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	s , %	Ток статора, А, при $U_{ном}$, В				КПД, %	$\cos\varphi$	I_{Π} $I_{ном}$	M_{Π} $M_{ном}$	M_{max} $M_{ном}$
			220	380	500	660					
3000 об/мин											
КО(КОФ) 11-2	8	3,0	27,5	16	12	9,2	84	0,92	5,5	1,3	2,2
КО(КОФ) 12-2	11	2,2	36,5	21	16	12	86	0,93	6,5	1,6	2,6
КО(КОФ) 21-2	15	2,0	51	29,5	22,5	17	87	0,92	5	1,2	2,2
КО(КОФ) 22-2	20	1,7	66	38	29	22	88,5	0,83	5,5	1,2	2,1
КО(КОФ) 31-2	25	1,7	85,3	49	37,5	28,5	87	0,9	6,5	1,3	2,5
КО(КОФ) 32-2	32	1,4	108	62,5	48	36	87	0,9	7	1,8	2,6
КО(КОФ) 41-2	40	1,0	135	78	59,5	45	87	0,9	6,5	1,3	2,6
КО(КОФ) 42-2	50	1,2	165	96	73	55,5	88	0,92	6	1,2	2,3
КО51-2	75	0,84	249	144	110	83	89	0,9	6,5	1,9	2,2
КО52-2	100	0,84	325	188	143	109	91	0,9	6,5	1,6	2,4
1500 об/мин											
КО(КОФ) 11-4	8	3,0	28,5	16,5	12,5	9,5	87	0,85	5,6	2,1	2,2
КО(КОФ) 12-4	11	2,7	39	22,5	17	13	88	0,85	5,9	2	2,4
КО(КОФ) 21-4	15	2,0	52	30	23	17,5	89,5	0,85	5,5	1,9	2,3
КО(КОФ) 22-4	20	1,7	69,5	40	30,5	23	91	0,87	6,0	2,5	2,3
КОФ22-4К	22	1,7	78	45	34	26	90,5	0,82	6,77	2,45	2,45
КО(КОФ) 31-4	25	1,9	85,5	49,5	37,5	28,5	91	0,88	5,7	2,3	2,1
КО(КОФ) 32-4	32	1,4	109	63	48	36,5	91	0,86	6,8	2,4	2,4
КО(КОФ) 41-4	40	1	135	78	59,5	45	92	0,87	7	2,5	2,2
КО(КОФ) 42-4	50	1	167	96,5	73,5	55,5	92	0,86	5,7	2,3	2,1
КО(КОФ) 51-4	75	1	258	149	113	86	91	0,86	6,8	2,6	2,5
КО(КОФ) 52-4	90	1	306	177	135	102	92,5	0,88	6,5	2,6	2,3
1000 об/мин											
КО(КОФ) 11-6	6	3	25	14,5	11	8,4	85	0,74	4,5	2	2,3
КО(КОФ) 12-6	8	3	33	19	14,5	11	88	0,76	5	2	2,4
КО(КОФ) 21-6	11	2,5	43,5	25	19	14,5	88	0,74	6	2,5	2,7
КО(КОФ) 22-6	15	2,5	55,5	32	24,5	18,5	90	0,78	5,8	2,3	2,3
КО(КОФ) 31-6	20	2	72	41,5	31,5	24	90	0,87	5,8	2,1	2,2
КО(КОФ) 32-6	25	2	88	51	38	29,5	91	0,88	6,5	2,2	2
КО(КОФ) 41-6	32	2	111	64	48,5	37	91	0,86	5,8	2	2,1
КО(КОФ) 42-6	40	2	136	78,5	60	45,5	91,5	0,86	8,5	2	2
КО(КОФ) 51-6	50	1,5	172	99,5	75,5	57,5	91	0,84	5	2	2
КО(КОФ) 52-6	75	1,5	255	147,5	112,5	85	92,5	0,87	6	2,7	2,1
750 об/мин											
КО(КОФ) 11-8	4	4	17,5	10	7,6	5,8	82,5	0,74	4,5	1,9	2,1
КО(КОФ) 12-8	6	3,4	26	15	11,5	8,7	84	0,69	5	2,1	2,3
КО(КОФ) 21-8	8	3,4	33	19	14,5	11	86,5	0,72	4,8	1,6	2
КО(КОФ) 22-8	11	3,4	44	25,5	19,5	14,7	87,5	0,73	5,2	1,8	2
КО(КОФ) 31-8	15	2	59	34,5	26	19,6	90	0,8	5,8	2,3	2
КО(КОФ) 32-8	20	2	76	44	33,5	25,5	90	0,79	6	2,4	1,9
КО(КОФ) 41-8	25	2	92	53	40,5	30,5	90	0,8	4,7	2	1,9
КО(КОФ) 42-8	32	2	117	67,5	51,5	39	90,5	0,8	5,2	2,1	1,84
КО(КОФ) 51-8	40	2	146	84,5	64,5	49	92	0,8	6,2	2,2	2,2
КО(КОФ) 52-8	50	2	180	103	78,5	59,5	92	0,83	5,5	2,1	1,9

Примечание. Запись КО (КОФ) 11-2 означает, что двигатели типов КО11-2 и КОФ11-2 имеет одинаковые данные.

Таблица 24.13. Технические данные двигателей КО (режим S3)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}},$ кВт	s, %	При номинальной нагрузке					$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	ПВ, %
			Ток статора, А, при $U_{\text{ном}},$ В			КПД, %	cos φ				
			220	380	500						
КО10-6	4	3	17,3	10	7,6	84	0,73	5	2	2	25
КО11-6	6	3	25	14,5	11	85	0,75	4,5	2	2	
КО12-6	8	3	33	19	14,5	86	0,75	5	2	2	
КО21-6	12	2	47,5	27,5	21	88	0,76	5,5	2	2	
КО22-6	16	2,5	59,5	34,5	26,5	88,5	0,8	5	2	2	

Таблица 24.14. Технические данные двухскоростных двигателей КО (режим S3)

Тип двигателя	2р	P _{2ном} , кВт	При номинальной нагрузке					$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	ПВ, %
			s, %	Ток статора, А, при U _{ном} , В		КПД, %	cos φ				
				380	500						
КО10-6/12	6 12	4 2	4,5 9	11 13,5	8,6 11,2	78 57	0,7 0,4	5,5 3	1,8 2	2,5 2,5	15 10
КО11-6/12	6 12	5,5 3	4 5	14,5 19	11 14,5	79 57	0,72 0,42	5,5 3	2 2	2,5 2,5	15 10
КО21-6/12	6 12	8 4	6,5 6	20 24	15 18	80 61	0,75 0,42	5,5 3	1,8 1,8	2,5 2,5	15 10
КО21-6/12	6 12	12 6	3 3	28,5 33,5	21,6 25,5	85 65	0,75 0,4	5 2,5	1,8 2	1,9 2	15 10
КО22-6/12	6 12	16 8	2,5 3	37 43,5	28 33	86,5 70	0,76 0,4	5,5 2,5	1,9 2	1,9 1,9	15 10
КО42-6/12	6 12	32 16	2 3	69 98	32,5 74,5	88 71	0,76 0,35	5 3	1,8 1,9	1,9 2	15 10

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей приведены в табл. 24.15–24.17.

Двигатели допускают вращение в любую сторону.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69. При этом верхнее значение температуры окружающего воздуха принимается равным +35°C.

Все двигатели с частотой вращения 3000 об/мин, а также двигатели КО, КОФ12-4; КО, КОФ21-4; КОФ22-4К изготавливаются только с изоляцией класса Н. Двигатели КО, КОФ 3-го габарита изготавливаются с изоляцией класса В, остальные двигатели — с изоляцией класса В или Н.

Двигатели изготавливаются с одним выступающим цилиндрическим концом вала, крановые двигатели — с двумя выступающими цилиндрическими концами вала.

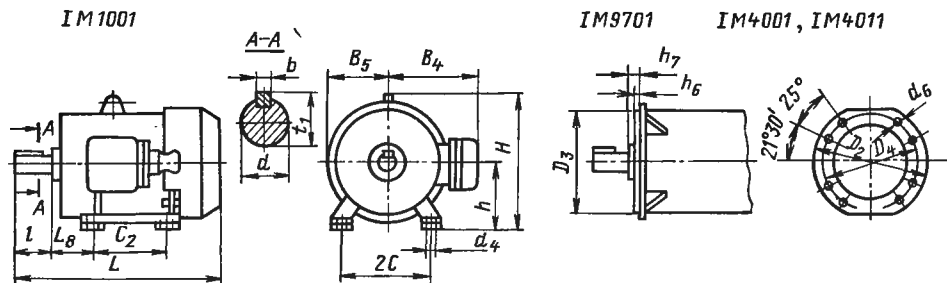
Двигатели, поставляемые на экспорт, изготавливаются на напряжения:

двигатели 1–3-го габаритов при частоте 50 Гц — 220, 380, 400, 415, 500, 380/220, 380/660, 415/240, 400/230 В, при частоте 60 Гц — 220, 380, 440, 380/220 В;

двигатели 4, 5-го габаритов при частоте 50 Гц — 220, 380, 400, 415, 500, 660 В; при частоте 60 Гц — 220, 380, 440 В;

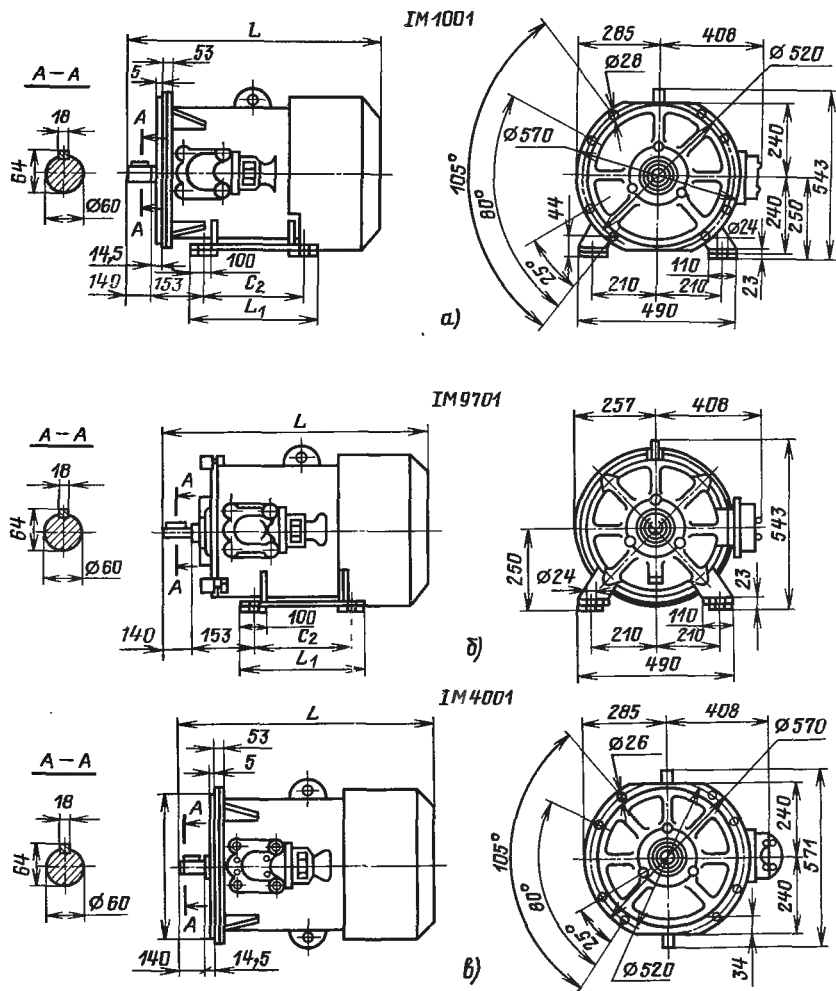
крановые односкоростные двигатели КО1-2 при частоте 50 Гц — 220, 380 и 500 В; крановые двухскоростные двигатели КО1-4 при частоте 50 Гц — 380 и 500 В.

Таблица 24.15. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии К, КО при различных исполнениях по способу монтажа



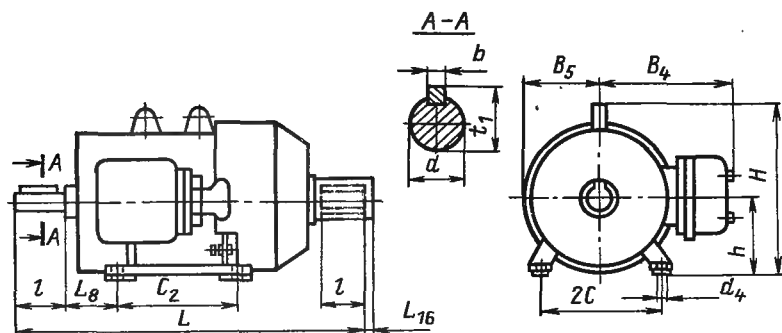
Тип двигателя	Исполнение по способу монтажа																				IM1001, IM4001, IM4011		IM9701
	IM1001, IM9701, IM4001	IM4011	IM1001, IM9701, IM4002										IM1001	IM1001, IM4001, IM9701, IM4011	IM9701, IM4001, IM4011								
	L		L ₈	l	C ₂	d	b	t ₁	2C	h	d ₄	B ₄	B ₅	H		D ₂	D ₃	D ₄	d ₆	h ₆	h ₇	Масса, кг	
КО, КОФ11-2	727	787	118	110	320	40	12	43	350	170	26	307	168	385	425	400	320	360	19	5	13,5	180	189
КО, КОФ12-2	792	852	118	110	320	40	12	43	350	170	26	307	168	385	425	400	320	360	19	5	13,5	208	218
КО, КОФ11-4, 6, 8	662	722	112	110	290	45	14	48,5	250	170	21	307	168	385	425	400	320	360	19	5	13,5	175	185
КО, КОФ12-4, 6, 8	727	787	118	110	320	45	14	48,5	350	170	26	307	168	385	425	400	320	360	19	5	13,5	298	215
КО, КОФ21-2	802	862	135	110	355	45	14	48,5	420	212	26	332	200	455	475	470	370	420	19	5	18,5	251	260
КО, КОФ22-2	842	902	135	110	355	45	14	48,5	420	212	26	332	200	455	475	470	370	420	19	5	18,5	291	302
КО, КОФ21-4, 6, 8	732	792	118	110	290	50	14	53,5	350	212	26	332	200	455	475	470	370	420	19	5	18,5	241	250
КО, КОФ22-4к	802	862	135	—	355	50	14	53,5	420	212	26	332	200	455	475	470	370	420	19	5	18,5	290	295
КОФ41-4	970	1030	153	140	380	70	20	74,5	500	300	26	421	284	635	660	660	550	600	24	6	20,5	652	695
КОФ42-4	1030	1090	153	140	420	70	20	74,5	500	300	26	421	284	635	660	660	550	600	24	6	20,5	717	758
КО51-2	1125	—	199	140	460	60	18	64	550	335	32	460	328	720	—	—	—	—	—	—	—	885	—
КО52-2	1195	—	199	140	550	60	18	64	550	335	32	460	328	720	—	—	—	—	—	—	—	1025	—
КО, КОФ51-4, 6, 8	1125	—	169	170	460	80	22	85	550	335	32	460	328	720	—	715	610	660	24	6	19	905	935
КО, КОФ52-4, 6, 8	1195	—	169	170	550	80	22	85	550	335	32	460	328	720	—	715	610	660	24	6	19	1045	1075
К32-6М	870	—	105	140	420	75	20	79,5	420	250	26	415	—	550	—	—	—	—	—	—	—	489	—

Таблица 24.16. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей КО (КОФ) (3-й габарит)



Тип двигателя	Размер, мм			Масса, кг		
	L	L ₁	C ₂	Исполнение по монтажу		
				IM1001 (рис. а)	IM9701 (рис. б)	IM4001 (рис. в)
КО (КОФ) 31-2	855	395	330	420	440	430
КО (КОФ) 32-2	920	480	420	490	510	500
КО (КОФ) 31-4	855	395	330	400	420	415
КО (КОФ) 32-4	920	480	420	470	490	480
КО (КОФ) 31-6	855	395	330	390	410	405
КО (КОФ) 32-6	920	480	420	460	480	475
КО (КОФ) 31-8	855	395	330	390	410	400
КО (КОФ) 32-8	920	480	420	460	480	470

Таблица 24.17. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса крановых двигателей КО



Тип двигателя	L	L ₈	l	B ₄	B ₅	b	2C	C ₂	d	d ₄	h	t ₁	H	L ₁₆	Масса, кг
КО10-6, КО11-6 КО10-6/12 КО11-6/12	795	112	110	307	168	14	250	290	45	21	170	48,5	385	16	180
КО12-6 КО12-6/12	860	118	110	307	168	14	350	320	45	26	170	48,5	385	16	210
КО21-6 КО21-6/12	860	118	110	332	200	14	350	290	50	26	212	53,5	455	9	246
КО22-6 КО22-6/12	930	135	110	332	200	14	420	355	50	26	212	53,5	455	9	295
КО42-6/12	1142	183	140	421	284	18	500	420	60	26	300	64	635	17,5	730

Двигатели соединяются с механизмом при помощи муфты или зубчатой передачи, при этом двигатели с частотой вращения 3000 об/мин соединяются только посредством эластичной муфты.

Допустимые уровни шума двигателей не должны превышать установленных для класса 1 по ГОСТ 16372-84. Двигатели относятся к классу вибрации 7 по ГОСТ 16921-83.

Станина двигателей выполнена в виде сварной стальной трубы, к которой приварены лапы, патрубок с фланцем для установки вводной коробки, транспортные ушки и фланец (у двигателей КОФ).

Обмотка статора двигателей 1—3-го габаритов — двухслойная, из круглого провода. Обмотка статора двигателей 5-го габарита, а также двигателей КЗ2-6М и КОФ4 — двухслойная из прямоугольного провода.

Двигатели КО и КОФ охлаждаются снаружи потоком воздуха от вентилятора, укрепленного на валу и защищенного от механических повреждений стальным кожухом.

Подшипниковые щиты отлиты из чугуна, утоплены в корпус статора и закреплены стальными прижимами, а у двигателей 3-го габарита прикреплены к корпусу с помощью ушек и болтов.

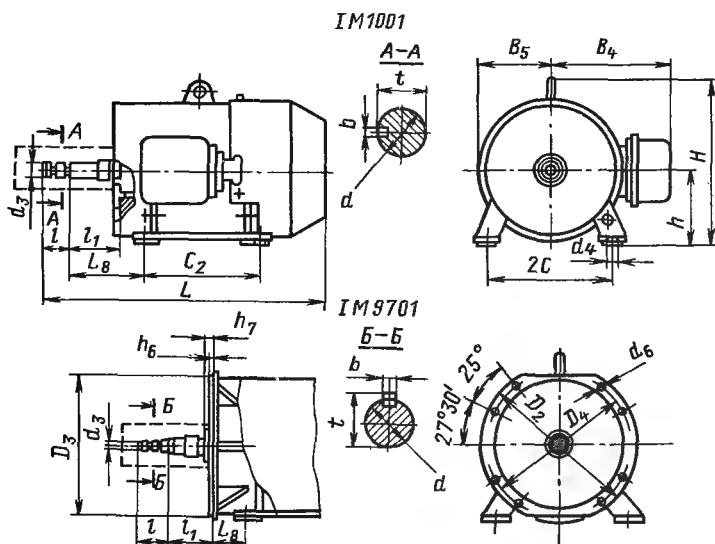
24.4.2. Двигатели КОми, КОФми

Двигатели КОми и КОФми (табл. 24.18) являются модификацией двигателей КО и КОФ. Они предназначены для привода нефтяных моноблочных насосов нормального ряда, в помещениях и наружных установках, опасных по газопаровоздушным смесям. Изготавливаются в климатическом исполнении У

Таблица 24.18. Технические данные двигателей КОМн и КОФМн

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	При номинальной нагрузке						$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$
			Ток статора, А, при $U_{\text{ном}}$, В				КПД, %	$\cos \varphi$			
			220	380	500	660					
КО11-2мн	8	2910	27,5	16	12	9,2	84	0,92	5,5	1,3	2,2
КОФ51-2мн	75	2975	249	144	110	83	89	0,9	6,5	1,9	2,2

Таблица 24.19. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей КО11-2мн и КОФ51-2мн исполнений ИМ1001 и ИМ9701



Тип двигателя	B_5	L	L_8	l	B_4	H	b	$2C$	C_2	d	d_4	h	l_1	t	D_2	D_3	D_4	d_6	h_6	h_7	Масса, кг
КО11-2Мн	168	734	198	30	307	385	8	350	320	25	26	170	116	28	—	—	—	—	—	—	185
КОФ51-2Мн	—	1225	150	277,5	460	720	10	550	460	38	32	335	216,5	41	715	610	660	24	6	3	1080

Примечание. Диаметр d_3 — М20 × 1,5 (левая резьба).

категорий размещения 1 — 5 по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15543-70.

Двигатели соответствуют требованиям ТУ 16-510.163-70, ПИВРЭ, ПУЭ и предназначены для работы в следующих номинальных условиях:

режим работы — S1;

окружающая среда — взрывоопасная, содержащая пары или газы, отнесенные по взрывоопасности к третьей категории группы воспламеняемости «Г» (исполнение ВЗГ);

установка — стационарная, в помещениях и снаружи под навесом;

условия эксплуатации — отсутствие резких толчков, ударов и сильной тряски;

номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69, но при этом верхнее значение температуры окружающего воздуха принимается равным 35°C.

Двигатели допускают вращение в любую сторону. Изменение направления вращения

допускается только после полной остановки двигателя.

Двигатели выполняются с изоляцией класса нагревостойкости Н по ГОСТ 8865-70.

Рабочие концы валов двигателей рассчитаны для непосредственной посадки на них рабочих колес насосов.

Двигатели изготавливаются на номинальное напряжение 380, а также 220, 500 и 660 В. Вводное устройство расположено справа, если смотреть со стороны рабочего конца вала. Двигатели 1-го габарита изготавливаются с шестью выводными обмотками статора, 5-го габарита — с тремя.

Двигатели по уровню шума относятся к классу I ГОСТ 16372-84. Допустимые значения средних уровней звука на расстоянии 1 м от контура машины в режиме холостого хода не должны превышать для двигателя КО11-2мн 90 дБ, для двигателя КОФ51-2мн — 102 дБ по шкале А.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры приведены в табл. 24.19.

24.5. Асинхронные взрывозащищенные двигатели типов АВК и АВТ

Двигатели АВК и АВТ предназначены для работы от сети переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 660 В в подземных выработках угольных,

калийных и сланцевых шахт, опасных по газу и пыли с воздухом. Двигатели являются комплектующими изделиями для самоходных вагонов. Двигатели АВТ15 (трехскоростные) и АВТ10 (двухскоростные) применяются для привода хода вагонов грузоподъемностью 15 и 10 т соответственно, АВК (двухскоростные) — для привода конвейеров и маслостанций вагонов грузоподъемностью 10, 15 и 20 т.

Структура условных обозначений двигателей: АВК — асинхронный, взрывобезопасный, конвейерный; две цифры после букв дробью — мощность двигателя при каждой из частот вращения; через дефис (две цифры дробью) — число полюсов; АВТ — асинхронный, взрывобезопасный, тяговый; цифры после букв — 10 или 15 — грузоподъемность вагона, т; через дефис (две или три цифры дробью) — число полюсов двигателя. Двигатели соответствуют требованиям ТУ 16-513.356-78 и ПИВРЭ.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.20.

Номинальный режим работы двигателей: для типа АВТ на каждой скорости — повторно-кратковременный S4 ГОСТ 184-74 с общей продолжительностью включений ПВ = 25 %, числом включений в час 30 и числом переключений в час: 30 — для двухскоростных, 60 — для трехскоростных двигателей при коэффициенте инерции 2,5;

для типа АВК — перемежающийся S6 по ГОСТ 183-74 с продолжительностью нагрузки ПН = 25 %, но вместо периодов

Таблица 24.20. Технические данные двигателей АВК и АВТ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$I_{\text{ном}}$, А	n_c , об/мин	s , %	КПД, %	$\cos \phi$	$I_{\text{п}}$, $I_{\text{ном}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг · м ²
АВТ15-4/6/12	22	26,5	1500	8	79	0,92	5,8	2,8	2,8	4
	46	56,5	1000	14	77,5	0,91	5	3,1	2,8	
	23	48	500	13	75	0,56	3,8	3,5	3,6	
АВТ10-4/8	25	29	1500	13	78	0,93	5,5	2,9	2,9	2
	25	37,5	750	13	77	0,74	5	3,6	3,6	
АВТ10-6/12	35	44,5	1000	13	79	0,88	5	3	2,8	5,3
	18	42	500	12	74	0,51	5	3,4	3,5	
АВК30/15-4/8	30	33,5	1500	2	88	0,88	6,5	1	2,5	—
	15	26	750	1,3	85	0,6	7	2	3,7	

холостого хода двигатель нагружен мощностью 8 кВт при частоте вращения 1500 об/мин или 4 кВт при частоте вращения 750 об/мин, продолжительность одного цикла 6 мин.

Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса двигателей должны соответствовать указанным на рис. 24.4, 24.5.

Значения климатических факторов внешней среды — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69.

Двигатели по уровню и виду взрывозащиты имеют исполнение РВЗВ и отвечают требованиям ГОСТ 12.2.007-0-75 и ГОСТ 12.2.007.1-75.

Условия эксплуатации в части воздействия механических факторов внешней среды — М25 по ГОСТ 17516-72.

Двигатели предназначены для прямого запуска от полного напряжения сети. Соединение фаз двигателей при напряжении 660 В:

АВТ15-4/6/12	Y/YY, Y/Δ
АВТ10-4/8	Δ/YY
АВТ10-6/12	YY/Δ
АВК30/15-4/8	YY/Δ

Двигатели допускают левое и правое вращение и запуск с меньшей скорости. Изменение направления вращения производится только после останова двигателя.

Двигатели имеют изоляцию класса нагревостойкости Н по ГОСТ 8865-70. Сопротивление изоляции обмоток статора относительно корпуса и между фазами в холодном состоянии — не менее 50 МОм.

Скорость нарастания температуры обмоток статора при заторможенном роторе и номинальном напряжении двигателя, находящегося в холодном состоянии, не превышает 7°C в 1 с.

Двигатели изготавливаются со встроенными датчиками — реле температуры ДТР-3М-УТ 180 по ТУ 25.02.210.369-77; по согласованию с потребителем могут поставляться без датчиков.

Показатели надежности и долговечности двигателей: средний ресурс до первого капитального ремонта — 20000 ч; вероятность безотказной работы — 0,9 на 10000 ч.

Степень защиты двигателей — не ниже IP54 по ГОСТ 17494-72.

24.6. Асинхронные взрывозащищенные двигатели для привода механизмов очистных забоев угольных шахт

24.6.1. Двигатели типов ЭДК, ЭДКО, ЭДКОР, ЭКВ

Двигатели предназначены для привода комбайнов и других механизмов в угольной и сланцевых шахтах, опасных по газу (метану) и угольной пыли. Типы двигателей, а также основные типы комбайнов и механизмов, для привода которых используются двигатели, приведены ниже:

Тип двигателя	Тип комбайна или механизма
ЭДК3,5-TY5	Комбайн «Темп»
ЭДК4-75Y5	Комбайн 2КЦТГ, «Кировец»
ЭДКО4-2MY5, ЭДКО4-100Y5, ЭДКО4-125Y5	Комбайны 2К52, 2К52М
ЭДКО4Р-МК67Y5	Комбайны МК67, 2КНД, агрегат 1АШ
ГЭДКО5PY5	Комбайн КШЗМ
ЭКВ310-ГкY5	Грузчик комбайна «Кировец», комбайн «Стрела»
ЭКВ4UY5	Комбайны 1ГШ68, 2К101, «Луч», МК67М
ЭКВ4-160-2Y5	Комбайн 1ГШ68Е
ЭКВ4УСУ5	Скрепероструговая установка

Обозначение двигателей расшифровывается следующим образом: Э — электрический; Д — двигатель; К — комбайновый; О — обдуваемый с воздушным охлаждением; В — водяное охлаждение; Р — двигатель относится к новому ряду (разработке). Следующие за буквами цифры обозначают высоту двигателя в дециметрах, а буквы — основное применение по типу комбайна (Т — комбайн «Темп», К — комбайн «Кировец» и др.) или заводскую модернизацию (М — модернизированный); У — установка; С — струговая; Y — климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69; последняя цифра — категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.21.

У двигателей с режимом работы S4 цифры после первого дефиса обозначают мощность в кВт, цифры после второго дефиса — порядковый номер модификации.

Таблица 24.21. Технические данные двигателей ЭДК, ЭДКО, ЭДКОР, ЭКВ

Тип двигателя	Режим работы	$P_{2\text{ном}}$, В	$U_{\text{ном}}$, кВт	При номинальной нагрузке			$I_{\text{п}}$, А	$M_{\text{п}}$, Н·м	M_{max} , Н·м	Вид и уровень взрывозащиты
				$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	$\cos \varphi$				
ЭКВ310-ГкУ5	S1	36	660	48,5	86,5	0,75	317	820	920	PВ*
ЭДК3,5-ТУ5	S2 (60 мин)	70	$\frac{380}{660}$	$\frac{137}{79,1}$	90	0,86	$\frac{670}{385}$	900	1100	PВ*
ЭДК4-75У5	S4 (ПВ = 60%, 30 включений/ч)	75	$\frac{380}{660}$	$\frac{141}{81,5}$	92,6	0,87	$\frac{920}{530}$	1440	1400	PВЗВ, И*
ЭДКО4Р-МК67У5	S1	65	660	74,7	92,8	0,82	620	1380	1740	PВ
	S2 (60 мин)	115		126,5	91,8	0,87				
ЭДКО4-100У5	S4 (ПВ = 60%, 30 включений/ч)	100	380	201	91,8	0,825	865	1300	1420	PВЗВ, И*
			660	116			500			
ЭДКО4-100-2У5		100	660	114	92	0,835	850	1900	2350	
ЭДКО4-125У5		125	660	145	91,6	0,82	1000	1960	2940	
1 ЭДКО-5РУ5	S1	105	660	116	92,4	0,87	850	1840	2300	PВ
	S2 (60 мин)	145		156,6	92,5	0,88				
ЭКВ4УУ5	S1	132	660	149	92,0	0,85	800	2060	2430	PВ-ЗВ*
ЭКВ4УСУ5	4 (ПВ = 90%, 250 включений/ч)	85	660	106	91,0	0,77	800	1770	2170	PВ-38
ЭКВ4-160-2У5	S4 (ПВ = 60%, 60 включений/ч)	160	1140	110	91	0,81	640	2030	3100	PВ-ЗВ, И*

* Взрывозащита обеспечивается только при сопряжении с комбайнами или механизмами.

Примечания: 1. Предельные отклонения КПД, $\cos \varphi$, пускового тока, пускового и максимального моментов по ГОСТ 183-74.

2. По требованию заказчика двигатели могут изготавливаться на напряжение 500 В частотой 50 Гц и на напряжение 380, 500 и 600 В частотой 60 Гц. Технические данные этих двигателей указываются в паспорте.

3. Частота вращения (синхронная) 1500 или 1800 об/мин (в зависимости от частоты тока сети).

Двигатели соответствуют действующим техническим условиям и обеспечивают нормальную работу механизмов в следующих условиях:

нормальное значение климатических факторов — по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70. При этом нижнее значение температуры окружающего воздуха для двигателей типа ЭКВ принимается равным +1°C;

высота над уровнем моря — не более 1000 м;

угол наклона продольной оси двигателей в вертикальной плоскости — до 45°; двигателей ЭДК3,5-ТУ5 — до 90°; двигателей ЭКВ4УУ5 — до 65°.

Двигатели должны соответствовать группе условий эксплуатации М19 ГОСТ 17516-72.

Допустимое эффективное значение вибрационной скорости — 4,5 мм/с по ГОСТ 16921-83.

Допустимый средний уровень звука не

должен превышать 85 дБ и соответствовать 2-му классу ГОСТ 16372-84.

Параметры надежности двигателей:
наработка на отказ — не менее 7000 ч;
средний ресурс до первого капитального ремонта — не менее 15000 ч;
средний срок службы до списания — 5 лет.

Двигатели должны выпускаться в соответствии со следующими техническими условиями:

Тип двигателя	Номер технических условий
ЭДКЗ,5-ТУ5, ЭДКО4Р-ММ6ТУ5, ІЭДКО5РУ5 и ЭКВ310-ГкУ5 . . .	ТУ 16-513.282-74
ЭДКО4-100У5; ЭДКО4-100-2У5, ЭДКО4-125У5 и ЭДК4-75У5	ТУ 16-513.449-80
ЭКВ4-160-2У5	ТУ 16-510.567-75
ЭКВ4УУ5, ЭКВ4УСУ5	ТУ 16-510.301-79

Двигатели, кроме ЭДКО4Р-МК6ТУ5, имеют встроенные в две фазы обмотки статора датчики температурной защиты.

Двигатели выполнены в стальном литом или сварном корпусе, имеющем форму параллелепипеда с одним или двумя выходными концами вала под посадку шестерни или полумуфты для сопряжения с редукторами комбайнов или других механизмов (рис. 24.6).

Двигатели типа ЭДК имеют воздушное естественное охлаждение и внутреннюю аксиальную замкнутую систему циркуляции воздуха.

Двигатели типов ЭДКО и ЭДКОР имеют воздушное обдуваемое охлаждение с одновременным перемешиванием воздуха внутри двигателя вентиляционными крыльями ротора.

Двигатели типа ЭКВ имеют водяное охлаждение станины. Охлаждение происходит за счет движения воды из системы орошения комбайна через штуцеры и теплообменники двигателя.

Паза статора — открытые, прямоуголь-

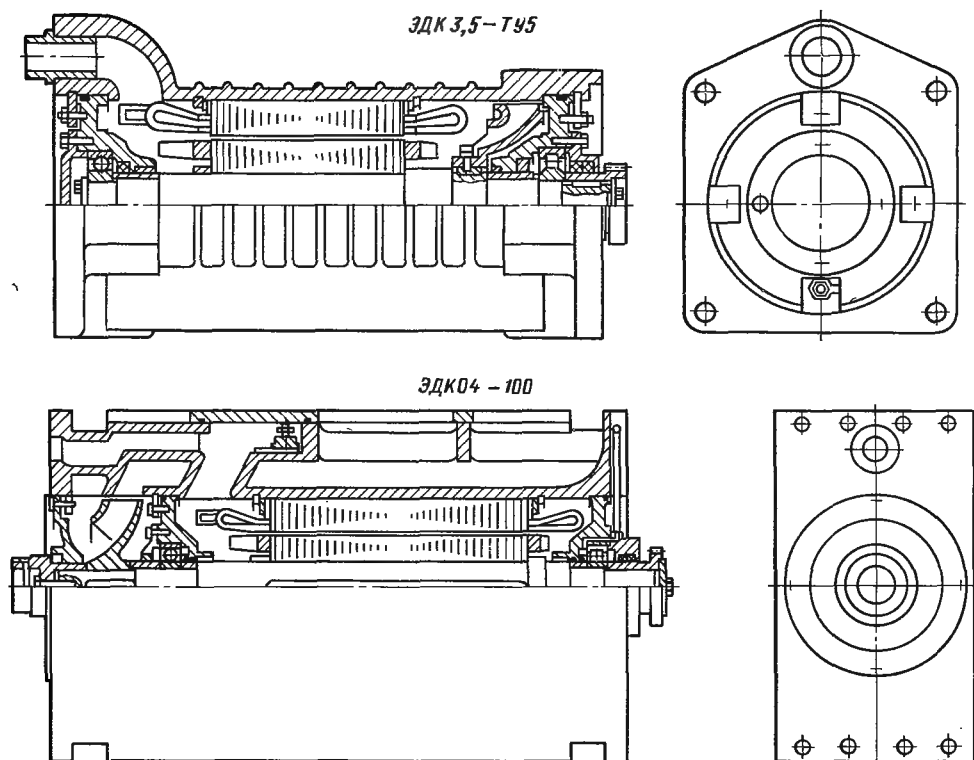


Рис. 24.6. Продольные разрезы двигателей ЭДКЗ,5-ТУ5, ЭДКО4-100

ные. Класс нагревостойкости изоляции обмотки статора — Н, изоляции двигателей ЭКВ4УУ5, ЭКВ4УСУ5 и ЭКВ4-160-2У2 — F типа «Монолит». Обмотка ротора — короткозамкнутая с двойной клеткой, выполненной заливкой алюминия в пазы сердечника.

В большинстве случаев компоновки комбайнов или механизмов двигатель главного привода является основным связующим звеном между отдельными узлами механизма

и крепится к ним фланцевым соединением с болтовым или шпильчным креплением.

Соосность выходных концов валов двигателя и редукторов механизмов обеспечивается центрирующими кольцами, располагаемыми в зоне стыка фланцев.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя приведены на рис. 24.7 — 24.11.

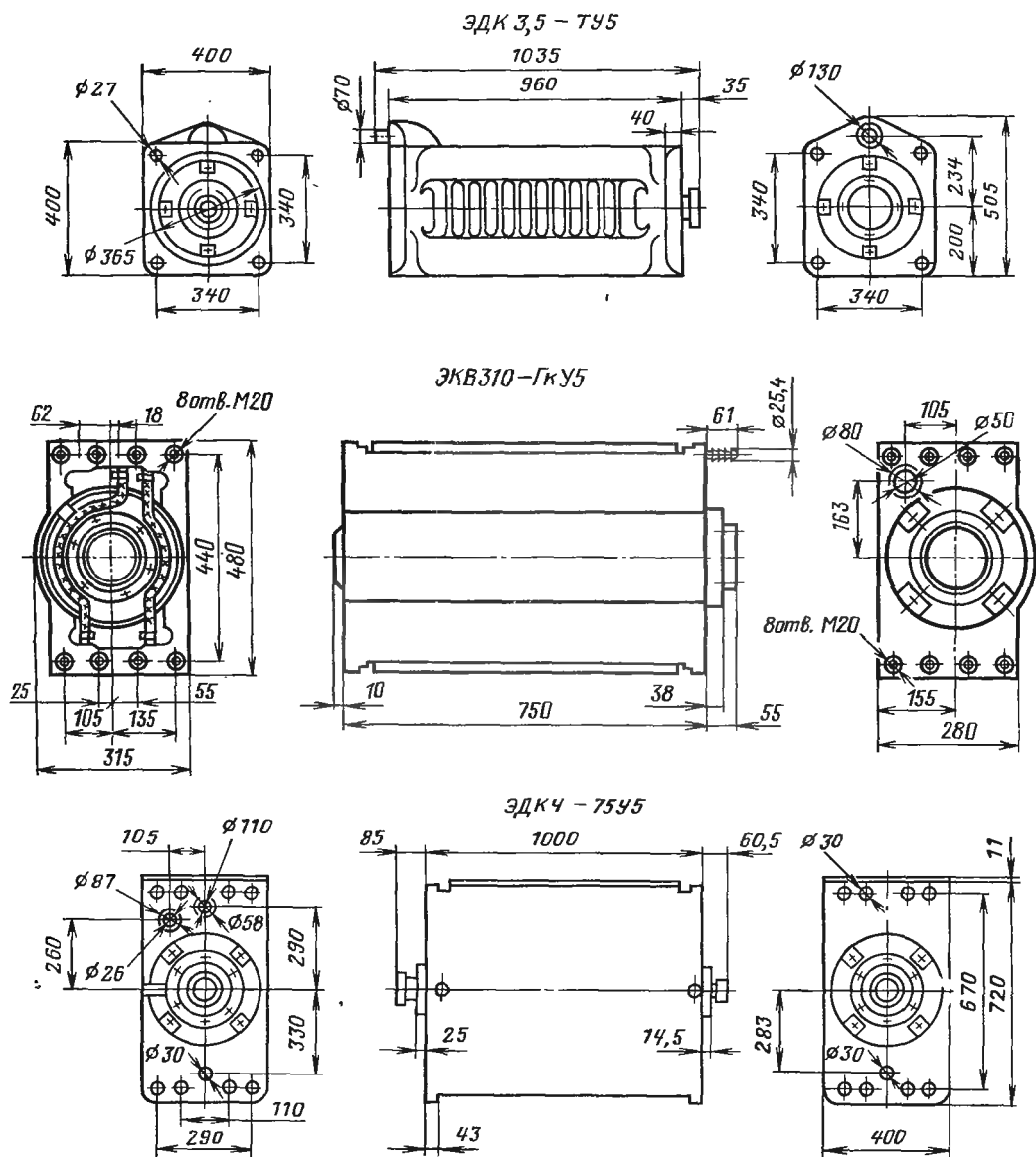
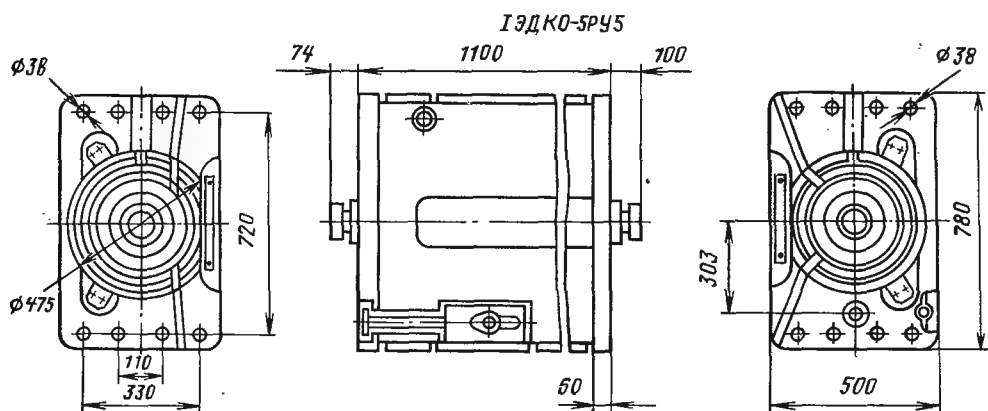


Рис. 24.7. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭДК3,5—ТУ5, ЭКВ310-ГКУ5, ЭДК4-75У5 и ГЭДКО-5РУ5



Продолжение рис. 24.7

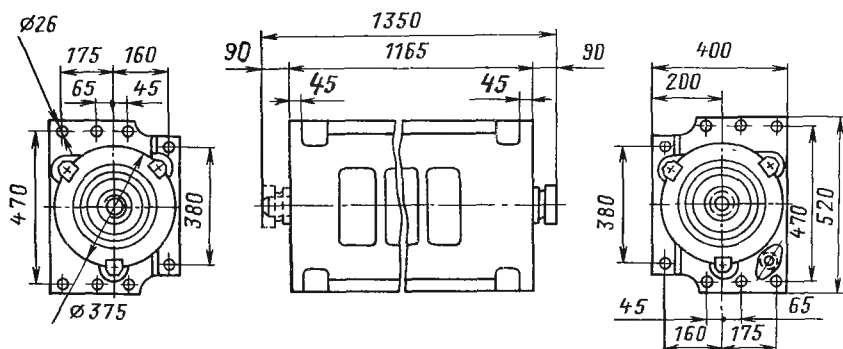


Рис. 24.8. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ЭДКО4Р-МК67У5

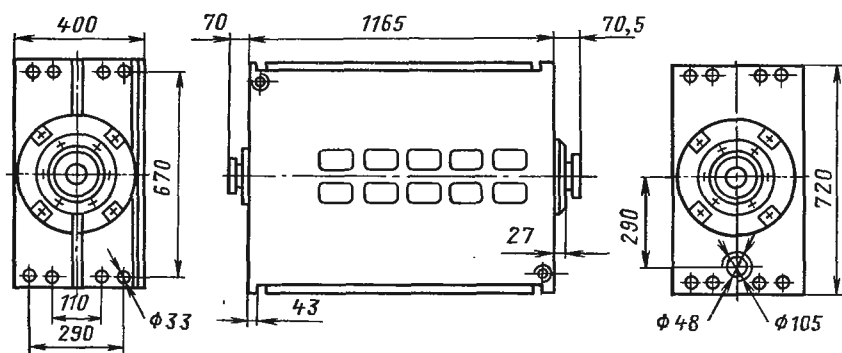


Рис. 24.9. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭДКО4-100, ЭДКО4-125. Масса двигателей приведена ниже:

Тип двигателя		Масса, кг
ЭДКО4-100У5,	ЭДКО4-100-2У5	1250
ЭДКО4-125У5		1275

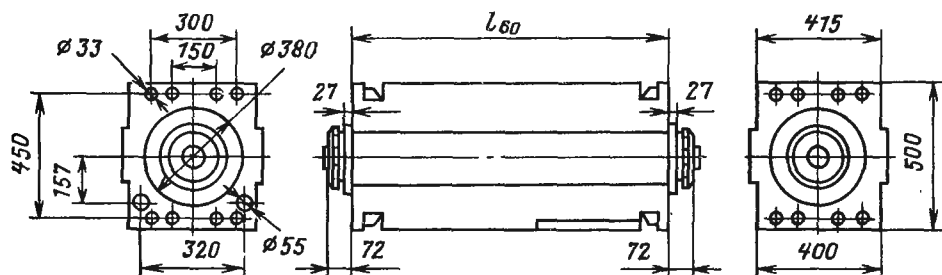


Рис. 24.10. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭКВ4УУ5, ЭКВ4-160-2У5. Размер l_{60} и масса приведены ниже:

Тип двигателя	l_{60} , мм	Масса, кг
ЭКВ4УУ5	1090	1120
ЭКВ4-160-2У5	1150	1230

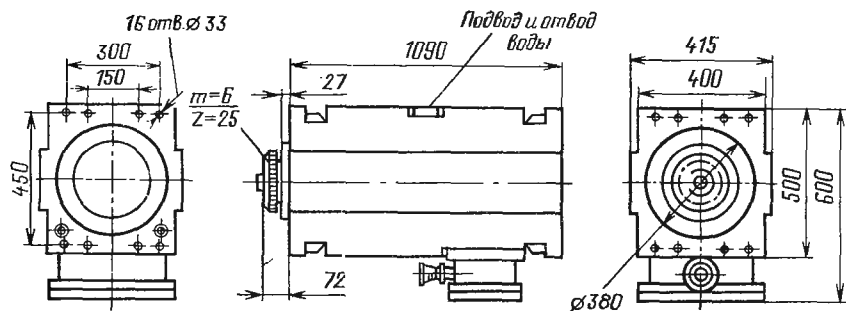


Рис. 24.11. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ЭКВ4УС5

24.6.2. Двигатель ЭКВ4УС2

Двигатель предназначен для привода струговых установок СО75, СН75, УСВ, УС-2У и рассчитан для эксплуатации в шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли, от сети переменного тока частотой 50 Гц. Вид климатического исполнения — У или Т категории 5 по ГОСТ 15150-69.

Структура условного обозначения двигателя: Э — электродвигатель; К — комбайновый; В — водяное охлаждение; 4 — высота двигателя в дециметрах; УС — установка струговая; 2 — порядковый номер модификации.

Двигатель является комплектующим изделием и соответствует ТУ 16-510.672-80 и ГОСТ 183-74, ГОСТ 22782.0-81, ГОСТ 22782.6-81, ГОСТ 24719-81, ГОСТ 24754-81.

Технические данные двигателя

Частота вращения, об/мин . . .	1500
Мощность, кВт	110

Напряжение, В	660
Ток статора, А	146
КПД, %	92
$\cos \phi$	0,72
Пусковой момент, Н·м	2700
Максимальный момент, Н·м	3500
Пусковой ток, А	1200
Номинальное скольжение, %	1,47
Режим работы при 160 включениях в 1 ч с ПВ = 90%	S4
Коэффициент инерции	2,5

Габаритные и присоединительные размеры двигателя приведены на рис. 24.12.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69. При этом наибольшая высота над уровнем моря — 1000 м; нижнее значение температуры окружающего воздуха 1°C. Окружающая среда — взрывоопасная, содержащая метан, угольную или сланцевую пыль. Двигатель должен соответствовать группе условий эксплуатации М19 по ГОСТ 17516-72.

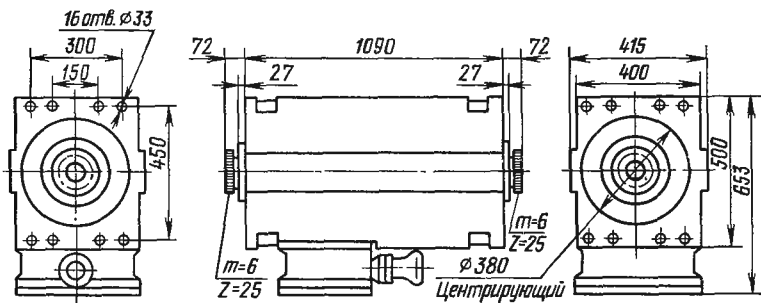


Рис. 24.12. Габаритные и установочные присоединительные размеры двигателя ЭКВ4УС2

По виду и уровню взрывозащиты двигатель должен иметь исполнение РВЗВ.

Допустимое эффективное значение вибрационной скорости двигателя должно соответствовать классу 4,5 по ГОСТ 16921-83.

Допустимый уровень шума двигателя должен соответствовать классу 3 по ГОСТ 16372-84 и не должен превышать 84 дБ. Для двигателя экспортного исполнения корректированный уровень звуковой мощности не должен превышать 96 дБ.

Конструкция двигателя должна обеспечивать степень защиты не ниже IP54 по ГОСТ 17494-72.

Показатели надежности двигателя: наработка на отказ — не менее 6000 ч; средний ресурс до первого капитального ремонта — не менее 9000 ч; вероятность безотказной работы — 0,85 на 1000 ч наработки.

Защита двигателя от превышения температуры сверх допустимых пределов обеспечивается установкой температурных датчиков.

Способ охлаждения двигателя — ICW37 по ГОСТ 20459-75. Двигатель выполнен в стальном корпусе, имеющем форму параллелепипеда, с двумя выходными концами вала под посадку полумуфты для сопряжения с редуктором струговой установки.

24.6.3. Двигатели ЭДКОФВ 4-го и 5-го габаритов

Взрывозащищенные двигатели ЭДКОФВ 4-го и 5-го габаритов предназначены для продолжительного режима работы S1 по ГОСТ 183-74 от сети переменного тока частотой 50 Гц в угольных и сланцевых шахтах, опасных по содержанию газа (метана) и угольной (сланцевой) пыли.

Двигатели являются комплектующими изделиями.

Климатическое исполнение двигателей — У категорий 2—5 для нужд народного хозяйства и экспорта в страны с умеренным климатом, Т категории 5 по ГОСТ 15150-69 для экспорта в страны с тропическим климатом.

В условном обозначении типоразмеров двигателей буквы обозначают: Э — электрический; Д — двигатель; К — конвейерный; О — обдуваемый; Ф — фланцевый; В — высоковольтный; первая цифра — габарит двигателя; вторая цифра — длина пакета статора; третья цифра — число полюсов.

Двигатели соответствуют требованиям ТУ 16.513.415-76, ПИВРЭ и требованиям к изготовлению рудничного электрооборудования на напряжение 1140 В (дополнение к ПИВРЭ).

Технические данные двигателей соответствуют указанным в табл. 24.22.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей приведены на рис. 24.13, 24.14.

Двигатели изготавливаются на частоту вращения (синхронную) 1500 об/мин или 1800 об/мин (в зависимости от частоты).

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70. При этом: высота над уровнем моря — не более 1000 м; верхнее и эффективное значение температуры окружающего воздуха принимают равным соответственно -40 и $+40$ °С; верхнее значение относительной влажности воздуха — 100 % при 35 °С без конденсации влаги; отсутствие непосредственного воздействия на двигатели струей воды, полного или частичного погружения в воду; концентрация угольной (сланцевой) и породной пыли не превышает нормы, установленной действующими правилами безопасности.

Двигатели соответствуют группе условий эксплуатации М19 по ГОСТ 17516-72. Допустимое эффективное значение вибрационной скорости двигателей — 4,5 мм/с по ГОСТ 16921-83. Допустимый уровень шума соответствует 1-му классу по ГОСТ 16372-84.

Двигатели изготавливаются со степенью защиты IP54, степень защиты наружного вентилятора — IP20. Уровень взрывозащиты — РВ-ЗВИ.

Изоляция обмотки статора двигателя

Таблица 24.22. Технические данные двигателей ЭДКОФВ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}},$ кВт	$U_{\text{ном}},$ В	При номинальной нагрузке				I_{II} $I_{\text{ном}}$	M_{II} $M_{\text{ном}}$	M_{max} $M_{\text{ном}}$
			$I_{\text{ном}},$ А	КПД, %	$\cos \varphi$	$s, \%$			
ЭДКОФВ-42/4	45	1140/660	30/52	89,5	0,85	1,67	7	2,8	3,2
ЭДКОФВ-43/4	55	1140/660	36,5/63	90	0,85	1,67	7	2,8	3,2
ЭДКОФВ-51/4	75	1140/660	46/81	91,5	0,88	1,67	6,5	2,2	3
ЭДКОФВ-52/4	90	1140/660	55/95	92	0,9	1,33	6,5	2,3	3
ЭДКОФВ-53/4	110	1140/660	65,5/118	92,5	0,9	1,33	6,5	2,5	3

масловлагостойкая на основе полиимидной пленки не ниже класса Н по ГОСТ 8865-70. В обмотку статора встроены датчики температурной защиты.

Скорость нарастания температуры обмотки статора при пуске двигателей не превышает $7^\circ\text{C}/\text{с}$. Двигатели допускают прямой пуск от сети с номинальным напря-

жением, а также при снижении напряжения при пуске на выводах двигателя до $0,8U_{\text{ном}}$.

Двигатели ЭДКОФВ 5-го габарита допускают производить не более трех включений, следующих один за другим из холодного состояния, или двух включений из горячего состояния.

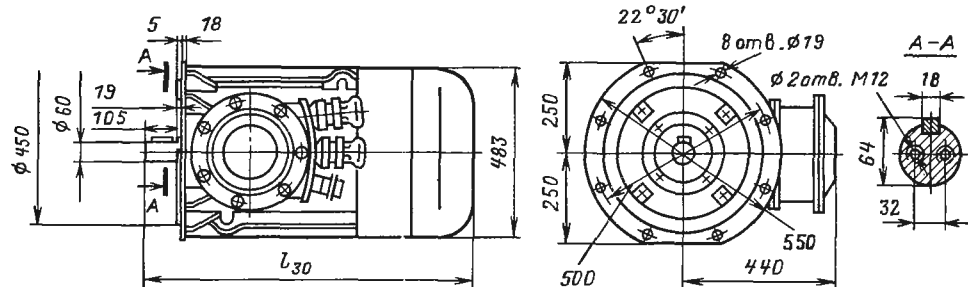


Рис. 24.13. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭДКОФВ-42/4 и ЭДКОФВ-43/4. Размер l_{30} и масса приведены ниже:

Тип двигателя	$l_{30},$ мм	Масса, кг
ЭДКОФВ-42/4 . . .	910	550
ЭДКОФВ-43/4 . . .	950	580

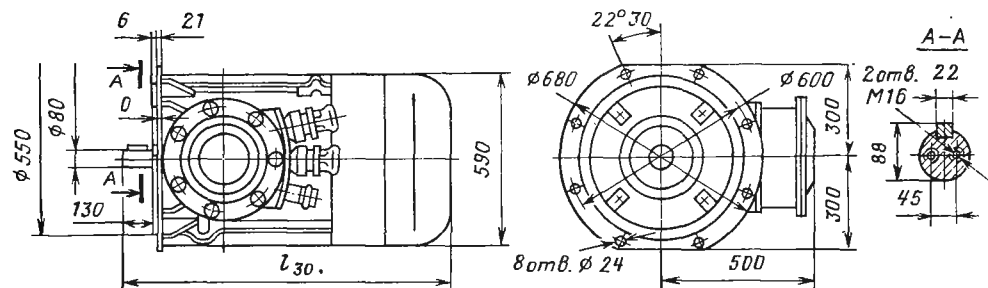


Рис. 24.14. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭДКОФВ-5. Размер l_{30} и масса приведены ниже:

Тип двигателя	$l_{30},$ мм	Масса, кг
ЭДКОФВ-51/4 . . .	1010	800
ЭДКОФВ-52/4 . . .	1070	900
ЭДКОФВ-53/4 . . .	1130	1000

Угол наклона продольной оси двигателей в вертикальной плоскости не должен превышать 35°С.

Показатели надежности двигателей: наработка на отказ — 10 000 ч; ресурс до первого капитального ремонта — не менее 15 000 ч; средний срок службы до капитального ремонта или списания — 5 лет.

Двигатели имеют воздушное обдуваемое охлаждение корпуса и внутреннюю аксиальную замкнутую систему циркуляции воздуха, которая осуществляется вентиляционными лопатками, отлитыми заодно с клеткой ротора. Внешний обдув двигателей производится наружным вентилятором, расположенным на валу ротора.

24.6.4. Двигатели ЭДКОФ4-37, 45, 55

Двигатели предназначены для электропривода скребковых конвейеров в угольных и сланцевых шахтах, опасных по содержанию газа (метана) и угольной (сланцевой) пыли. Двигатели имеют рудничное взрывобезопасное исполнение РВ-ЗВИ.

Обозначение типа двигателя расшифровывается следующим образом: Э — электрический; Д — двигатель; К — конвейерный; О — обдуваемый; Ф — фланцевый. Следующие за буквами цифры означают высоту двигателя в дециметрах, далее через дефис — мощность двигателя в кВт.

Двигатели соответствуют ПИВРЭ и ТУ 16-513.450-78. Двигатели обеспечивают нормальную работу механизмов в следующих условиях:

в части воздействия климатических факторов внешней среды — исполнение У категории 2—5 по ГОСТ 15150-69;

температура окружающей среды — от -40 до +40°С;

по условиям эксплуатации в части коррозионной активности атмосферы двигателя должны соответствовать группам Л, С₃ и ОЖ-1 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70;

отсутствие непосредственного воздействия на двигатели шахтных вод (грунтовых и применяемых для целей орошения); концентрация угольной и породной пы-

ли не превышает нормы, установленной действующими правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах;

верхнее значение относительной влажности воздуха — 100% при 35°С без конденсации влаги.

Двигатели предназначены для работы от трехфазной сети переменного тока частотой 50 Гц.

Номинальный режим работы двигателей — продолжительный S1 по ГОСТ 183-74.

Исполнение двигателей по способу монтажа — М4001.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.23.

Двигатели конструктивно выполнены в цилиндрической станине с фланцем с одной стороны, представляющей в совокупности с двумя подшипниковыми цаптами взрывобезопасную оболочку.

Двигатели имеют воздушное охлаждение станины внешним вентилятором и внутреннюю замкнутую систему циркуляции воздуха. Внутренняя система циркуляции воздуха осуществляется вентиляционными лопатками, отлитыми заодно с короткозамыкающими кольцами обмотки ротора. Внешний обдув двигателей производится наружным вентилятором, насаженным на вал ротора.

Станина — стальная, сварная, с ребрами, приваренными вдоль станины. Паза статора — открытые прямоугольные. Изоляция обмотки статора — класса Н. Ротор двигателей — короткозамкнутый.

Во всех случаях компоновки конвейера двигатели (рис. 24.15) крепятся к его редуктору фланцем с болтовым или шпильчным соединением. Сочленение двигателей с редуктором конвейера должно производиться посредством муфты скольжения (например, гидравлической). Соосность свободных концов валов двигателей и редуктора обеспечивается специальными кольцевыми заточками на фланцах двигателей приставки и редуктора. Двигатели допускают монтаж с левосторонним и правосторонним расположением коробки выводов.

Таблица 24.23. Технические данные двигателей ЭДКОФ4

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	$\cos \varphi$	n , об/мин	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$
ЭДКОФ4-37У2-5	37	380/660	72/41,5	91	0,8	1475	3,1	2	2,7	6,5
ЭДКОФ4-45У2-5	45	380/660	86,5/50	91,7	0,8	1475	3,2	2	2,7	6,5
ЭДКОФ4-55У2-5	55	380/660	104/60	92	0,87	1475	3	2	2,7	6,5

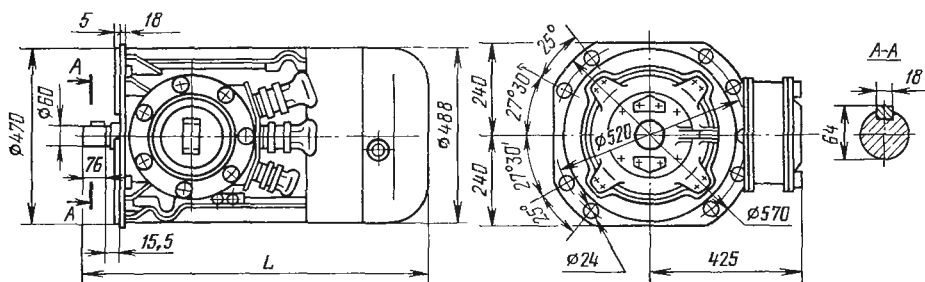


Рис. 24.15. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ЭДКОФ4. Размер L и масса двигателей приведены ниже:

Тип двигателя	L , мм	Масса, кг
ЭДКОФ4-37У2-5 . . .	785	470
ЭДКОФ4-45У2-5 . . .	825	490
ЭДКОФ4-55У2-5 . . .	865	510

24.7. Асинхронные взрывозащитные двигатели серии ВАСО

24.7.1. Двигатели ВАСО22, 30, 37

Двигатели предназначены для работы во взрывоопасных помещениях всех классов, наружных установках, в которых по условиям технологического процесса возможно образование смесей газа или пара с воздухом,

отнесенных к категориям 1, 2, 3 и группам Т1, Т2, Т3, Т4 согласно классификации ПИВРЭ. Двигатели рассчитаны для эксплуатации от трехфазной сети переменного тока частотой 50 Гц на напряжение 380 В.

Климатическое исполнение двигателей, изготавливаемых для нужд народного хозяйства — УХЛ; для поставки на экспорт в страны с умеренным климатом — У, в страны с влажным и сухим тропическим климатом — Т, категория 1 по ГОСТ 15150-69.

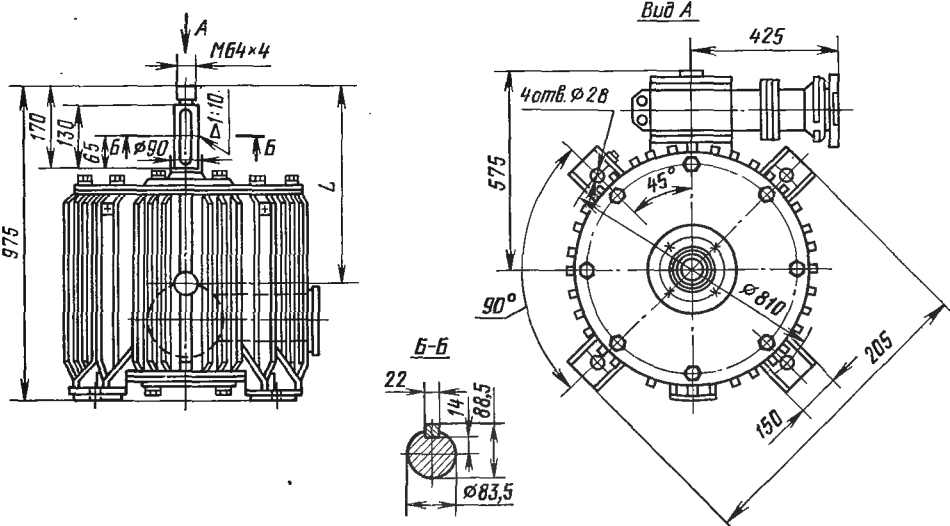


Рис. 24.16. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ВАСО22, 30, 37. Размер L и масса приведены ниже:

Тип двигателя	L , мм	Масса, кг
ВАСО22-14У1, ВАСО22-14ХЛ1, ВАСО22-14Т1 . .	505	820
ВАСО30-14У1, ВАСО30-14ХЛ1, ВАСО30-14Т1 . .	565	890
ВАСО37-14У1, ВАСО37-14ХЛ1, ВАСО37-14Т1 . .	625	1040

Таблица 24.24. Технические данные двигателей ВАСО22, 30, 37

Тип двигателя	Вид поставки	$P_{2\text{ном}}$ кВт	n_c об/мин	КПД, %	$\cos \varphi$	s , %	$\frac{M_p}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_p}{I_{\text{ном}}}$	Момент инерции, кг · м ²
ВАСО22-14У1 ВАСО22-14УХЛ1	Для нужд народного хозяйства	22	428,6	89,5	0,77	1,4	1	2,3	5,5	7,1
ВАСО22-14У1	Экспорт в страны с умеренным климатом									
ВАСО22-14Т1	То же с тропическим климатом									
ВАСО30-14У1 ВАСО30-14УХЛ1	Для нужд народного хозяйства	30	428,6	90	0,78	1,5	1	2,3	5,5	9,2
ВАСО30-14У1	Экспорт в страны с умеренным климатом									
ВАСО30-14Т1	То же с тропическим климатом									
ВАСО37-14У1 ВАСО37-14УХЛ1	Для нужд народного хозяйства	37	428,7	90,5	0,8	1,7	1	2,3	5,5	11,3
ВАСО37-14У1	Экспорт в страны с умеренным климатом									
ВАСО37-14Т1	То же с тропическим климатом									

Структура условного обозначения типоразмера двигателя: В – взрывозащищенный; А – асинхронный; С – специальный; О – обдуваемый. Следующие за буквами цифры: первые две цифры – мощность в кВт, последующие – число полюсов.

Двигатели соответствуют требованиям ТУ 16-613.434-79 и ГОСТ 17412-72 (для климатического исполнения УХЛ).

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.24.

Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса двигателей приведены на рис. 24.16.

Номинальные значения климатических факторов – по ГОСТ 15150-59 и ГОСТ 15543-70. Двигатели по уровню и виду взрывозащиты имеют исполнение ВЗТ4-В согласно ПИВРЭ. Номинальный режим работы двигателей – S1. Показатели надежности двигателей: наработка на отказ – не менее 30 000 ч; средний ресурс до первого

капитального ремонта – не менее 55 000 ч; коэффициент готовности – 0,9993; срок службы до списания – 20 лет.

Эффективное значение вибрационной скорости двигателей не должно превышать значения, соответствующего классу 4,5 по ГОСТ 16921-83.

Средний уровень шума двигателей не должен превышать 80 дБ. Для двигателей, поставляемых на экспорт, скорректированный уровень звуковой мощности не должен превышать 91 дБ по ГОСТ 16372-84.

Двигатели должны соответствовать группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516-72.

Конструктивно двигатели выполнены в вертикальном исполнении на лапах выходным концом вала вверх.

Двигатели изготавливаются на подшипниках качения с применением смазки ЭШ-176 (ТУ 38-1-01-96-70) или другой равноценной. Расчетная долговечность подшипников качения

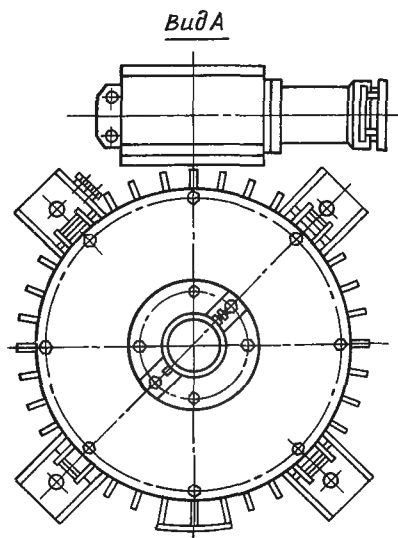
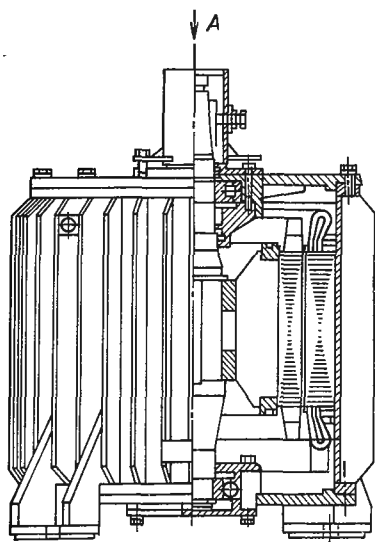


Рис. 24.17. Общий вид двигателя ВАСО37

ния должна быть не менее 25000 ч при максимальной осевой нагрузке на подшипники не более 9800 Н.

Пуск двигателя должен быть прямой при полном напряжении сети.

Обмотка статора соединяется в звезду и имеет три выводных конца, подключенных к проходным силовым выводам, расположенным во вводном устройстве. Сопротивление изоляции обмотки статора относительно корпуса должно быть не менее 2 МОм при рабочей температуре.

Степень защиты двигателей — не ниже IP54 по ГОСТ 17494-72. Способ охлаждения двигателя — ICA41 по ГОСТ 20459-75.

Двигатель (рис. 24.17) выполнен в стальном сварном оребренном корпусе с одним свободным концом вала под посадку вентилятора аппарата воздушного охлаждения.

Наружный обдув двигателя осуществляется вентилятором аппарата воздушного охлаждения. Внутренняя циркуляция воздуха в двигателе производится вентиляционными лопатками ротора.

24.7.2. Двигатели ВАСО16

Двигатели предназначены для безредукторного привода вентиляторов. Двигатели могут эксплуатироваться в помещениях и наружных установках всех классов, в которых по условию работы возможно образование взрывоопасных смесей и паров с вздухом 1—3-й категорий групп Т1—Т4 согласно классификации ПУЭ, при номинальных значениях климатических факторов по

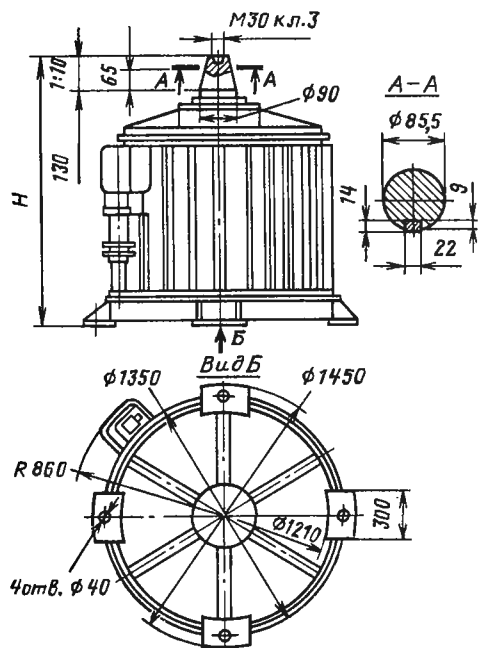
ГОСТ 15150-69 для исполнения У категории 1.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.25. Габаритные, установочно-присоединительные размеры и масса двигателей приведены на рис. 24.18.

Двигатели имеют показатели надежности, указанные ниже:

Показатель	Вид климатического исполнения двигателей	
	У1	ХЛ1
Средний срок службы, лет	25	15
Наработка на отказ, ч	30 000	25 000
Средний технический ресурс до первого капитального ремонта, ч	55 000	35 000
Вероятность безотказной работы при доверительной вероятности 0,8, не менее:		
за 1000 ч	—	0,985
за 8000 ч	0,970	—
за 10 000 ч	—	0,9

Пуск электродвигателей совместно с вентилятором допускается при суммарном моменте инерции агрегата не более 1550 кг·м², моменте трогания не более 295 Н·м, моменте сопротивления в конце пуска не более номинального момента двигателя.



Изменение момента сопротивления от неподвижного состояния до номинальной частоты вращения пропорционально квадрату частоты вращения. При пуске двигателя

Рис. 24.18. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ВАСО16. Размер H и масса приведены ниже:

Тип двигателя	H , мм	Масса, кг
ВАСО16-34-24	1305	4500
ВАСО16-29-24	1256	4300
ВАСО16-14-24	1106	4000

из холодного состояния при температуре окружающего воздуха -60°C пусковой момент уменьшается в 1,65 раза по сравнению с данными табл. 24.25. Напряжение на выводах двигателя при пуске должно быть не менее 0,9 номинального. Допускаются два пуска подряд из холодного состояния или один пуск из горячего.

Двигатели выполнены в закрытом взрывонепроницаемом исполнении с воздушным охлаждением, которое осуществляется путем обдува оребренной станины рабочим потоком воздуха.

Структура условного обозначения двигателя: В – взрывозащищенный; А – асинхронный; С – специальный; О – обдуваемый. Следующие за буквами цифры и буквы обозначают: первые две цифры – номер габарита; следующие две цифры – длина сердечника статора, см; следующие две цифры – число полюсов; ВЗТ4В – уровень и вид взрывозащиты.

Двигатели соответствуют требованиям ТУ 16-510.588-75 и ПИВРЭ.

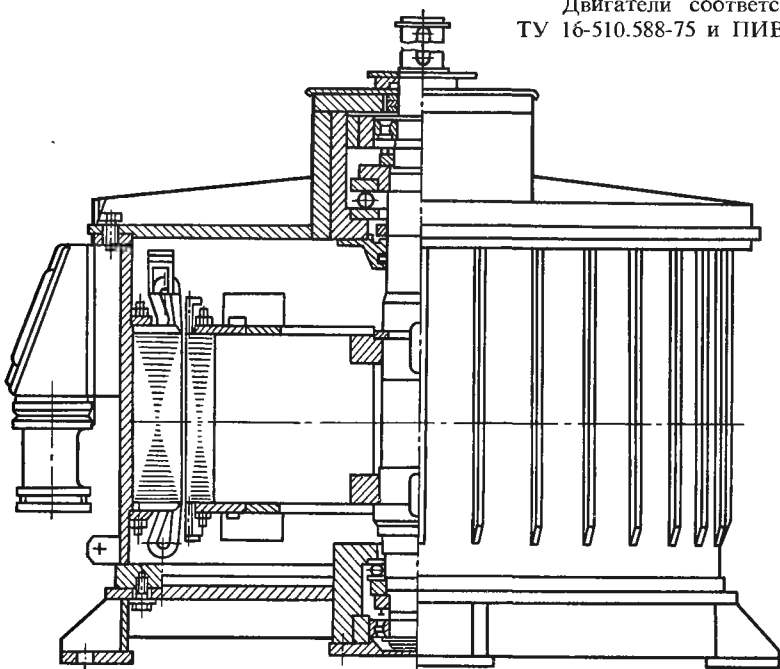


Рис. 24.19. Двигатель ВАО7, исполнение ВЗГ

Таблица 24.25. Технические данные двигателей ВАО16

Тип двигателя	$P_{2ном}$ кВт	$U_{ном}$ В	$I_{ном}$ А	$\cos \varphi$	КПД, %	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$
ВАО16-14-24У1	37	380	99,5	0,64	88,2	2,34	0,73	5
ВАО16-29-24У1	75	380	178	0,7	91,5	2,14	0,6	5,1
ВАО16-34-24У1	90	380	233	0,640	91,8	2,7	0,63	5,4
ВАО16-34-24У1	90	500	153	0,745	91,4	2,4	0,56	4,06
ВАО16-14-24У1	37	660	55	0,66	86,8	2,2	0,72	3,44
ВАО16-29-24У1	75	660	99	0,72	90,6	2	0,53	3,52
ВАО16-34-24У1	90	660	130	0,67	91,4	2,7	0,7	4,2

Примечания: 1. Частота сети 50 Гц.

2. Синхронная частота вращения 250 об/мин.

3. Соединение фаз обмотки статора — звезда.

Двигатели имеют уровень взрывозащиты с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка» и маркировку ВЗТ4В.

Конструктивно двигатели выполнены в вертикальном исполнении на лапах.

Режим работы двигателей — S1 по ГОСТ 183-74.

Среднеквадратичное значение вибрационной скорости подшипников и корпуса статора не должно превышать 2,8 мм/с.

Допустимый корректированный уровень звуковой мощности не более 90 дБ (по шкале А). Степень защиты двигателей — IP54 по ГОСТ 1425-76.

Общий вид двигателей приведен на рис. 24.19.

24.8. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии ВАО мощностью до 100 кВт

Взрывозащищенные асинхронные двигатели серии ВАО предназначены для эксплуатации в помещениях, опасных по газовоздушным смесям, а также в сланцевых и угольных шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли.

Кроме основного исполнения серия имеет ряд модификаций, которые различаются элементами конструкции, техническими данными и уровнем взрывозащиты.

Условное обозначение двигателей серии состоит из трех букв — ВАО — взрывозащищенный, асинхронный, обдуваемый. В обозначении двигателей основного исполнения далее следуют цифры, показывающие габарит и условную длину стали сердечника, и через дефис — число полюсов двигателя. В обозначении двигателей, относящихся к модификациям серии, после букв ВАО

проставляется условное обозначение модификации. Техническое описание двигателей основного исполнения и модификаций дано ниже.

24.8.1. Двигатели ВАО 07—9-го габаритов мощностью от 0,27 до 100 кВт

Двигатели предназначены для эксплуатации в помещениях всех классов, опасных по газовоздушным смесям, отнесенным по взрывоопасности к 1—3-й категориям и группам воспламеняемости А, Б и Г, а также в сланцевых и угольных шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли. Двигатели соответствуют категориям размещения 2—5 по ГОСТ 15150-69 и предназначены для продолжительного номинального режима работы S1 от сети переменного тока часто-

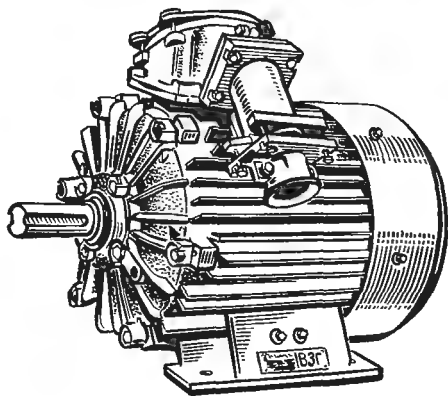


Рис. 24.20. Двигатель ВАО-62-4 исполнения ВЗГ

Таблица 24.26. Технические данные двигателей ВАО мощностью от 0,27 до 100 кВт

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	КПД, %	$\cos \varphi$	$I_{п}$ $I_{ном}$	$M_{п}$ $M_{ном}$	M_{max} $M_{ном}$
3000 об/мин						
BAO-071-2Y2	0,4	69	0,86	5	1,6	2
BAO-072-2Y2	0,6	71	0,86	4,5	1,6	2
BAO-11-2Y2	0,8	78	0,86	6	2,2	2,5
BAO-12-2Y2	1,1	79	0,86	6	2,2	2,5
BAO-21-2Y2	1,5	79	0,88	6	1,8	2,2
BAO-22-2Y2	2,2	80,5	0,88	6	1,8	2,2
BAO-31-2Y2	3	82	0,88	7	1,8	2,2
BAO-32-2Y2	4	84	0,88	7	1,8	2,2
BAO-41-2Y2	5,5	85,5	0,89	6,5	2	2,6
BAO-42-2Y2	7,5	86	0,88	6,5	2,1	2,6
BAO-51-2Y2	10	87	0,88	6,4	1,7	2,2
BAO-52-2Y2	13	88	0,88	6,3	1,5	2,4
BAO-62-2Y2	17	87	0,9	7	1,3	2,2
BAO-71-2Y2	22	87,5	0,9	7	1,3	2,2
BAO-72-2Y2	30	88,5	0,9	7	1,3	2,2
BAO-81-2Y2	40	89	0,9	7	1,5	2,2
BAO-82-2Y2	55	90	0,9	7	1,5	2,2
BAO-91-2Y2	75	90	0,88	6,5	1,5	2,2
BAO-92-2Y2	100	90,5	0,88	7	1,5	2,2
1500 об/мин						
BAO-071-4Y2	0,27	66	0,71	4,5	2	2,2
BAO-072-4Y2	0,4	68	0,72	4,5	2	2,2
BAO-11-4Y2	0,6	72	0,73	4,5	2,2	2,4
BAO-12-4Y2	0,8	74	0,75	4,5	2,2	2,4
BAO-21-4Y2	1,1	76	0,78	6	1,6	2,2
BAO-22-4Y2	1,5	78	0,80	6	1,6	2,2
BAO-31-4Y2	2,2	80,5	0,83	6	1,6	2,2
BAO-32-4Y2	3	81	0,84	6	1,6	2,2
BAO-41-4Y2	4	84,5	0,84	6	1,4	2,2
BAO-42-4Y2	5,5	86,5	0,86	6	1,6	2,5
BAO-51-4Y2	7,5	88	0,86	6,5	1,4	2,2
BAO-52-4Y2	10	88,6	0,87	6,5	1,4	2,6
BAO-61-4Y2	13	88	0,86	7	1,5	2,2
BAO-62-4Y2	17	89	0,88	7	1,5	2,4
BAO-71-4Y2	22	89,5	0,88	7	1,5	2,4
BAO-72-4Y2	30	90	0,88	7	1,5	2,2
BAO-81-4Y2	40	90,5	0,88	6,5	1,8	2,2
BAO-82-4Y2	55	91	0,88	6,5	1,8	2,2
BAO-91-4Y2	75	90,5	0,87	6,5	1,8	2,2
BAO-92-4Y2	100	91	0,88	6,5	1,8	2,2
1000 об/мин						
BAO-11-6Y2	0,4	66	0,66	4,5	1,8	2,0
BAO-12-6Y2	0,6	67	0,69	4,5	1,8	2,0
BAO-21-6Y2	0,8	70	0,71	4,5	1,6	2,0
BAO-22-6Y2	1,1	73	0,72	4,5	1,6	2,0
BAO-31-6Y2	1,5	77	0,72	5	1,5	2,2

Продолжение табл. 24.26

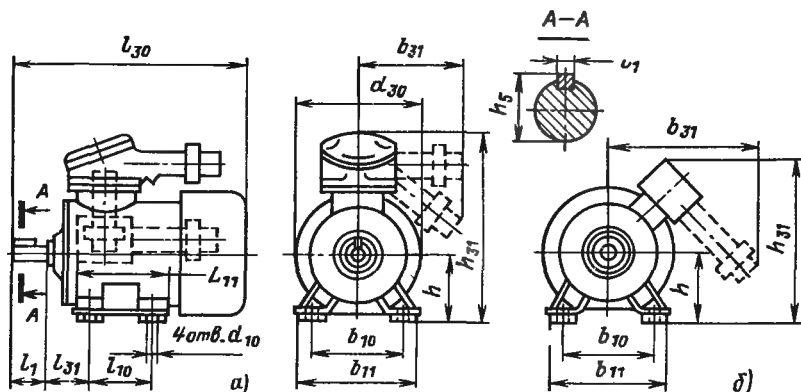
Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	КПД, %	$\cos \varphi$	$I_{п}$ $I_{ном}$	$M_{п}$ $M_{ном}$	M_{max} $M_{ном}$
BAO-32-6Y2	2,2	77,5	0,74	5	1,5	2,2
BAO-41-6Y2	3	79	0,76	6	1,4	2,2
BAO-42-6Y2	4	81,5	0,77	6	1,4	2,2
BAO-51-6Y2	5,5	84	0,79	6	1,3	2,2
BAO-52-6Y2	7,5	85,5	0,8	6,5	1,3	2,2
BAO-61-6Y2	10	86	0,85	6,5	1,3	2,2
BAO-62-6Y2	13	86,5	0,86	6,5	1,3	2,2
BAO-71-6Y2	17	88,5	0,86	7	1,5	2,5
BAO-72-6Y2	22	89,5	0,88	7	1,5	2,5
BAO-81-6Y2	30	90	0,88	7	1,6	2,5
BAO-82-6Y2	40	90,5	0,88	7	1,6	2,3
BAO-91-6Y2	55	90,5	0,83	6,5	1,8	2,2
BAO-92-6Y2	75	91	0,84	6,5	1,8	2,2
750 об/мин						
BAO-41-8Y2	2,2	76,5	0,7	4,5	1,3	2,2
BAO-42-8Y2	3	79	0,7	4,5	1,3	2,2
BAO-51-8Y2	4	82	0,7	5,5	1,3	2,2
BAO-52-8Y2	5,5	83	0,7	6	1,3	2,2
BAO-61-8Y2	7,5	83	0,76	6	1,3	2,2
BAO-62-8Y2	10	84,5	0,77	6	1,3	2,2
BAO-71-8Y2	13	87	0,79	6	1,3	2,2
BAO-72-8Y2	17	88	0,80	6	1,3	2,2
BAO-81-8Y2	22	88,5	0,83	6	1,5	2,2
BAO-82-8Y2	30	89,5	0,84	6	1,5	2,4
BAO-91-8Y2	40	89,5	0,76	6	1,8	2
BAO-92-8Y2	55	90	0,78	6	1,8	2
600 об/мин						
BAO-81-10Y2	17	86	0,72	5,5	1,2	2
BAO-82-10Y2	22	87	0,73	5,5	1,2	2
BAO-91-10Y2	30	87,5	0,73	5,5	1,1	2
BAO-92-10Y2	40	88	0,73	5,5	1,1	2

Примечание. Кратность минимального момента должна быть не менее 0,8.

той 50 Гц в помещениях и наружных стационарных установках, в которых возможно образование взрывоопасных газовоздушных смесей, горючих пылей и волокон с воздухом, температура тления и воспламенения (возгорания) которых выше 185 °С (согласно ПУЭ).

Синхронные частоты вращения двигателей 3000, 1500, 1000, 750 и 600 об/мин; двигателей 07 — 1-го габаритов — на номинальные напряжения 220 или 380 В; двигателей 2—9-го габаритов — на 380 или 660 В. По заказу потребителя возможно изгото-

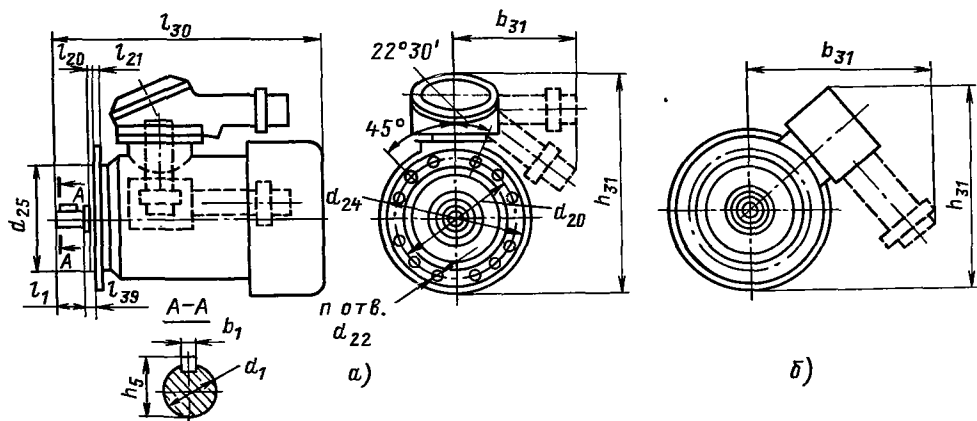
Таблица 24.27. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАО (исполнение IM1)



Тип двигателя	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{31}	h	h_5	h_{31}	d_1	d_{10}	d_{30}	Масса, кг
BAO-071	30	100	132	300	50	5	125	155	160	80	16	240	14	9	170	21
BAO-072																22
BAO-11	40	100	140	330	56	6	140	178	170	90	20,5	260	18		180	25
BAO-12		125	165	345												27
BAO-21	50	112	162	395	63	6	160	208	200	100	24,5	370	22		220	45
BAO-22		140	190	420												50
BAO-31	60	114	170	460	79	8	190	243	200	112	31	385	28	12	250	63
BAO-32		140	195	485												70
BAO-41	80	140	190	540	89	10	216	270	330	132	35	435	32		340	97
BAO-42		178	230	580												108
BAO-51		178	240	630	108	10	254	312	330	160	41	480	38	15	356	137
BAO-52		210	270	665												149
BAO-61	110	203	260	660	121	12	279	340	295	180	45	560	42		400	180
BAO-62		241	300	720												210
BAO-71		228	300	720	133	14	318	388	390	200	51,5	610	48	19	480	275
BAO-72		267	335	780												315
BAO-81	140	311	420	840	168	18	406	486	390	250	64	685	60	24	510	390
BAO-82		349	458	910												460
BAO-91		368	480	1100	190	20	457	560	460	280	74,5	625	70		660	665
BAO-92		419	530	1120												770

Примечание. Возможные положения коробки выводов для всех габаритов двигателей, кроме 9-го, показаны на рис. 24.27, а, на рис. 24.27, б показано положение коробки выводов для двигателей 9-го габарита (BAO-91, BAO-92).

Таблица 24.28. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАО (исполнение IM2)



Тип двигателя	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{31}	l_{39}	b_1	b_{10}
BAO-071	30	100	132	4	18	300	50	0	5	125
BAO-072		100								
BAO-11	40	100	140		17	330	56		6	140
BAO-12		125	165			345				
BAO-21	50	112	162		15	395	68		6	160
BAO-22		140	190			420				
BAO-31	60	114	170		14	460	70		8	190
BAO-32		140	195			485				
BAO-41	80	140	190		14	540	89		10	216
BAO-42		178	230			580				
BAO-51		178	240		17	630	108		10	254
BAO-52		210	270			665				
BAO-61	110	203	260	18	660	121	12	279		
BAO-62		241	300		720					
BAO-71		228	300	20	720	133	14	318		
BAO-72		267	335		780					

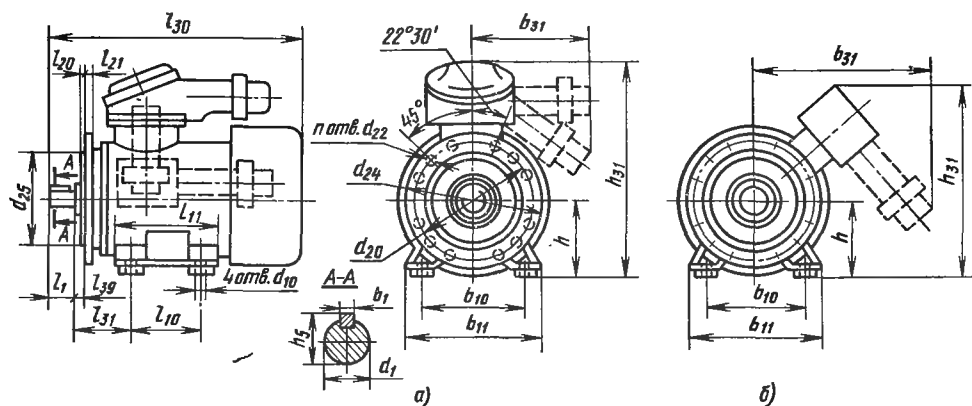
b_{11}	b_{31}	h	h_5	h_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	n	Масса, кг			
155	160	80	16	240	14	9	165	11,5	200	130	4	22			
												23			
178	170	90	20,5	260	18			27,5							
								12				29			
208	200	100	24,5	370	22	12						48			
												53			
243		112	31	385	28		215	15	250	180		66			
					—					73					
270	330	132	35	435	32	265			300	230		101			
										113					
312			160	41	480	38	15	300		350	250	143			
															155
340	295	180	45	560	42										185
											215				
388	390	200	51,5	610	48	19	400	19	450	350	291				
												331			

Продолжение табл. 24.28

Тип двигателя	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{31}	l_{39}	b_1	b_{10}
BAO-81	140	311	420	5	20	840	168	0	18	406
BAO-82		349	458			910				
BAO-91		368	480		22	1100	190		20	457
BAO-92		419	530			1200				

Примечание. См. примечание к табл. 24.27.

Т а б л и ц а 24.29. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАО (группа исполнения ИМЗ)



Исполнение IM 2081

[illegible]

Продолжение табл. 24.28

b_{11}	b_{31}	h	h_5	h_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	n	Масса, кг
486	390	250	64	685	60	24	500	19	550	450	8	420
												490
												675
560	460	280	74,5	625	70							780

Продолжение табл. 24.29

Тип двигателя	l_1	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{39}	b_1	b_{31}	h_5	h_{31}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	n	Мас- са, кг
ВАО-41	80	4	14	540	0	10	330	35	447	32	265	15	300	230	4	98
ВАО-42				580				110								
ВАО-51		19	630	41				487	38	300	350	250	138			
ВАО-52			665	150												
ВАО-61	110	5	18	660		12	295	45	580	42	19	450	350	8	180	
ВАО-62				760				210								
ВАО-71			20	765		14	390	51,5	640	48					400	290
ВАО-72				825		330										
ВАО-81	140	35		875		18		64	710	60	500	550	450		420	
ВАО-82				945				490								
ВАО-91		22	1140	20		460	74,5	620	70	675						
ВАО-92			1240	780												

Примечание. См. примечание к табл. 24.27.

ление на номинальные напряжения 500 В, 380/660 В (все габариты), 220/380 В (двигатели 07—8-го габаритов) и 127/220 В (двигатели 07—3-го габаритов).

Номинальное скольжение двигателей не превышает указанного ниже:

Мощность, кВт	s , %, не более
От 0,27 до 0,6	9
Свыше 0,6 до 2,2	7
Свыше 2,2 до 10	5,5
Свыше 10 до 30	3,5
Свыше 30 до 100	2,5

Таблица 24.30

Габарит	Исполнение по способу монтажа																	
	IM1081	IM1001	IM1011	IM1031	IM1071	IM1061	IM1051	IM2081	IM2001	IM2011	IM3031	IM2071	IM2061	IM2051	IM3081	IM3001	IM3011	IM3031
07	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	—
8	—	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	+	+	—	—	+	—
9	—	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	+	+	—	—	+	—

* Двигатели могут быть изготовлены по согласованию между изготовителем и потребителем.

Примечание. Знак «+» означает, что двигатель данного исполнения изготавливается, знак «—» — не изготавливается.

Двигатели имеют исполнение по взрывозащите РВ, ВЗГ и рассчитаны для работы при температуре окружающего воздуха от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 97% при температуре $+35^{\circ}\text{C}$ для умеренного климата и не более 45°C для тропического климата.

Степень защиты двигателей от внешних воздействий — не ниже Р54 по ГОСТ 17494-72.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.26.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей даны в табл. 24.27—24.29.

Корпус двигателя (рис. 24.20) представляет собой стальную сварную трубку, к которой приварены ребра, лапы, транспортные ушки, патрубок для установки вводной коробки. Щиты двигателя — литые из чугуна, крепятся к корпусу двигателя 6-го и 7-го габаритов при помощи четырех стяжных шпилек, а в двигателях 8-го габарита — болтами. Подшипники с внутренней и наружной сторон закрыты крышками.

Для защиты двигателя от проникновения внутрь смазки в подшипниковых узлах предусмотрены маслоотбойные кольца.

Двигатель обдувается наружным вентилятором, насаженным на вал со стороны, противоположной приводу, защищенным от механических повреждений стальным кожухом.

Двигатели ВАО-07 1, 3, 9-го габаритов сняты с производства. Выпуск двигателей 2—5-го и 6—8-го габаритов продолжается.

Конструктивное исполнение двигателей различных габаритов указано в табл. 24.30.

24.8.2. Двигатели ВАО для работы в средах 4-й категории

Двигатели предназначены для работы в режиме S1 от сети переменного тока частотой 50 и 60 Гц, напряжением до 660 В в помещениях и наружных установках, опасных по газопаровоздушным смесям, отнесенным по взрывозащитности к 4-й категории и по воспламеняемости — к группам А, Б, Г, Д и ацетиленовоздушным смесям согласно классификации ПУЭ и ПИВЭ. Двигатели имеют исполнения по взрывозащите В4Г и В4Д согласно ПИВЭ.

Двигатели изготавливаются в климатическом исполнении У и Т категории размещения 2—5 по ГОСТ 15150-69, при этом высота над уровнем моря — 1000 м, нижнее значение температуры окружающего воздуха для климатического исполнения У — -40°C .

Двигатели, предназначенные для внутрисоюзного применения, выполняются на номинальные напряжения 220/380 и 380/660 В переменного тока частотой 50 Гц; также допускается изготовление двигателей для существующих электрических сетей на напряжение 500 В частотой 50 Гц.

По указанию заказчика двигатели могут быть изготовлены на номинальные напряжения переменного тока частотой 50 и 60 Гц согласно данным, приведенным ниже:

Таблица 24.31

Продолжение табл. 24.31

n_c об/мин	Габарит двигателя									
	07	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Номинальное скольжение, %									
3000	8,3	6	6	5	4	3	2,4	2,4	1,7	1,7
1500	8	6,7	6	5	4	3	3	2,7	2	2

n_c об/мин	Габарит двигателя									
	07	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Номинальное скольжение, %									
1000	—	8,5	8	6	5	3	3	2,7	2	2
750	—	—	—	—	5,3	3,3	3	2,7	2,2	2

Таблица 24.32. Технические данные двигателей ВАО

Тип двигателя	Исполнение по взрывозащите	$P_{2ном}$, кВт	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_p}{I_{ном}}$	$\frac{M_f}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$
3000 об/мин							
ВАО-071-2	В4Г, В4Д	0,4	69	0,86	5,0	1,6	2
ВАО-072-2	В4Г, В4Д	0,6	71	0,86	4,5	1,6	2
ВАО-11-2	В4Г, В4Д	0,8	78	0,86	6,0	2,2	2,5
ВАО-12-2	В4Г, В4Д	1,1	79	0,86	6,0	2,2	2,5
ВАО-21-2	В4Г, В4Д	1,5	79	0,89	5,5	1,8	2,4
ВАО-22-2	В4Г, В4Д	2,2	81	0,90	6,0	1,8	2,4
ВАО-31-2	В4Г, В4Д	3	82	0,88	7,0	2,1	2,5
ВАО-32-2	В4Г, В4Д	4	84	0,90	7,0	2,1	2,5
ВАО-41-2	В4Г, В4Д	5,5	85	0,89	6,5	2	2,6
ВАО-42-2	В4Г, В4Д	7,5	86,5	0,88	6,5	2,1	2,6
ВАО-51-2	В4Г, В4Д	10	87	0,88	6,5	1,7	2,2
ВАО-52-2	В4Г, В4Д	13	88	0,88	6,5	1,5	2,4
ВАО-62-2	В4Г, В4Д	17	87	0,9	7	1,3	2,2
ВАО-71-2	В4Г, В4Д	22	88	0,92	7	1,3	2,2
ВАО-72-2	В4Г, В4Д	30	89	0,91	7	1,3	2,2
ВАО-81-2	В4Г, В4Д	40	89	0,9	7	1,5	2,2
ВАО-82-2	В4Г, В4Д	55	90	0,9	7	1,5	2,2
ВАО-91-2	В4Г, В4Д	75	90	0,88	6	1,5	2,2
ВАО-92-2	В4Г, В4Д	100	90	0,89	6	1,5	2,2

1500 об/мин

ВАО-071-4	В4Г, В4Д	0,27	66	0,71	4,5	2	2,2
ВАО-072-4	В4Г, В4Д	0,4	68	0,72	4,5	2	2,2
ВАО-11-4	В4Г, В4Д	0,6	72	0,73	4,5	2,2	2,4
ВАО-12-4	В4Г, В4Д	0,8	74	0,75	4,5	2,3	2,4
ВАО-21-4	В4Г, В4Д	1,1	76,7	0,78	5,0	1,8	2,4
ВАО-22-4	В4Г, В4Д	1,5	79	0,8	5,2	1,8	2,5
ВАО-31-4	В4Г, В4Д	2,2	80	0,83	5,4	1,8	2,5
ВАО-32-4	В4Г, В4Д	3	81,5	0,84	5,4	1,8	2,5
ВАО-41-4	В4Г, В4Д	4	85	0,86	5,5	1,6	2,5
ВАО-42-4	В4Г, В4Д	5,5	86,5	0,86	6	1,6	2,5
ВАО-51-4	В4Г, В4Д	7,5	87,6	0,87	6	1,4	2,4
ВАО-52-4	В4Г, В4Д	10	88,6	0,87	6,5	1,4	2,6
ВАО-61-4	В4Г, В4Д	13	88,7	0,89	7	1,5	2,2
ВАО-62-4	В4Г, В4Д	17	89,5	0,90	7	1,5	2,2
ВАО-71-4	В4Г	22	90	0,90	7	1,6	2,2
ВАО-71-4	В4Д	19	90	0,87	8	1,8	2,5
ВАО-72-4	В4Г	30	90,5	0,88	7	1,6	2,2
ВАО-72-4	В4Д	25	91	0,87	8	1,8	2,5
ВАО-81-4	В4Г, В4Д	40	91,5	0,88	6,5	1,8	2,2

Продолжение табл. 24.32

Тип двигателя	Исполнение по взрывозащите	$P_{2ном}$, кВт	КПД, %	$\cos \phi$	$\frac{I_p}{I_{ном}}$	$\frac{M_1}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$
BAO-82-4	В4Г, В4Д	55	92	0,88.	6,5	1,8	2,2
BAO-91-4	В4Г, В4Д	75	91,2	0,86	6	1,8	2,2
BAO-92-4	В4Г, В4Д	100	92	0,88	6	1,8	2,2

1000 об/мин

BAO-11-6	В4Г, В4Д	0,4	66	0,66	4	1,8	2
BAO-12-6	В4Г, В4Д	0,6	67	0,69	4,5	1,8	2
BAO-21-6	В4Г, В4Д	0,8	69,2	0,7	4	1,6	2
BAO-22-6	В4Г, В4Д	1,1	73,9	0,7	4,5	1,6	2,1
BAO-31-6	В4Г, В4Д	1,5	77	0,73	4,5	1,6	2,2
BAO-32-6	В4Г, В4Д	2,2	77,5	0,74	4,5	1,6	2,2
BAO-41-6	В4Г	3	82	0,76	5	1,8	2,5
BAO-41-6	В4Д	2,6	82	0,69	5,2	2,1	2,9
BAO-42-6	В4Г	4	82,5	0,77	5	1,6	2,6
BAO-42-6	В4Д	5,5	82,5	0,74	5,7	2,1	2,9
BAO-51-6	В4Г, В4Д	5,5	85	0,8	5,5	1,4	2,4
BAO-52-6	В4Г, В4Д	7,5	86	0,8	6,4	1,4	2,5
BAO-61-6	В4Г	10	86	0,85	6,5	1,3	2,2
BAO-61-6	В4Д	9	87	0,85	7	1,5	2,5
BAO-62-6	В4Д	13	87	0,90	6,5	1,3	2,2
BAO-62-6	В4Д	12	87,5	0,87	7	1,5	2,5
BAO-71-6	В4Д	17	89	0,88	7	1,5	2,2
BAO-71-6	В4Д	15	89,5	0,86	7,5	1,7	2,5
BAO-72-6	В4Г	22	90	0,91	7	1,5	2,2
BAO-72-6	В4Д	19	90	0,87	7,5	1,7	2,5
BAO-81-6	В4Г, В4Д	30	90	0,88	7	1,6	2,2
BAO-82-6	В4Г	40	91	0,88	7	1,6	2,2
BAO-82-6	В4Д	35	91	0,86	7,5	1,8	2,6
BAO-91-6	В4Г	55	90,5	0,85	6,5	2	2,2
BAO-91-6	В4Д	48	90	0,82	7,2	2,3	2,5
BAO-92-6	В4Г	75	91,8	0,85	6,5	2	2,2
BAO-92-6	В4Д	60	91	0,78	7,2	2,3	2,5

750 об/мин

BAO-41-8	В4Г, В4Д	2,2	77	0,71	4,5	1,5	2,4
BAO-42-8	В4Г	3	79,3	0,7	4,5	1,6	2,5
BAO-42-8	В4Д	2,6	79	0,66	5	1,7	2,7
BAO-51-8	В4Г	4	82,6	0,7	4,8	1,3	2,4
BAO-51-8	В4Д	3,5	82	0,66	5,5	1,5	2,7
BAO-52-8	В4Г	5,5	83,5	0,7	5	1,5	2,5
BAO-52-8	В4Д	4,8	83	0,66	5,7	1,7	2,8
BAO-61-8	В4Г	7,5	85	0,76	6	1,3	2,2
BAO-61-8	В4Д	6,5	84,5	0,75	6	1,5	2,5
BAO-62-8	В4Г	10	85,2	0,78	6	1,3	2,2
BAO-62-8	В4Д	8,5	85,5	0,75	6	1,5	2,5
BAO-71-8	В4Г	15	87,5	0,82	6	1,3	2,2
BAO-71-8	В4Д	11	87,5	0,75	6	1,5	2,5

Продолжение табл. 24.32

Тип двигателя	Исполнение по взрывозащите	$P_{2ном}$, кВт	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_{II}}{I_{ном}}$	$\frac{M_T}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$
ВАО-72-8	В4Г	17	88,5	0,81	6	1,3	2,2
ВАО-72-8	В4Д	15	88,5	0,77	6	1,5	2,5
ВАО-81-8	В4Г, В4Д	22	89	0,83	6	1,5	2,2
ВАО-82-8	В4Г, В4Д	30	89,5	0,84	6	1,5	2,2
ВАО-91-8	В4Г, В4Д	40	90	0,76	6	2	2
ВАО-92-8	В4Г, В4Д	59	90,7	0,78	6	2	2

Примечания: 1. Мощности двигателей климатического исполнения Т по ГОСТ 15150-69 должны соответствовать указанным в таблице, за исключением двигателей типов:

ВАО-82-2Т, ВАО-92-2Т, ВАО-62-4Т, ВАО-91-6Т, ВАО-52-8Т исполнения по взрывозащите В4Д, для которых они равны 53; 96; 16,7; 46 и 4,6 кВт соответственно;

ВАО-42-6 и ВАО-92-6 исполнения В4Д, которые в исполнении Т не изготавливаются.

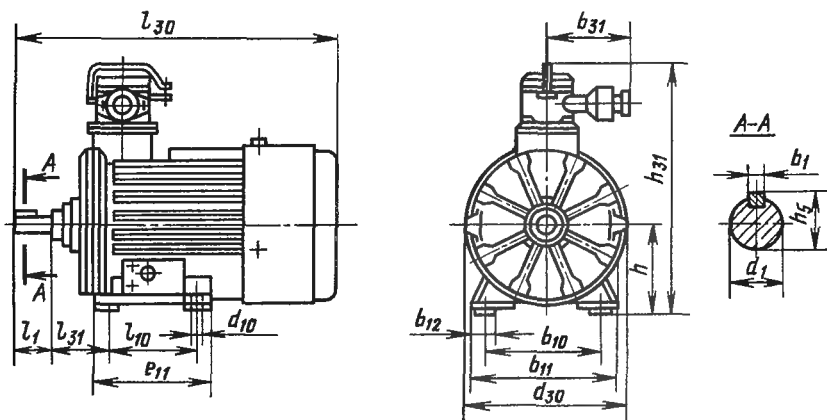
2. В двигателях на частоту тока 60 Гц допускается:

снижение $\cos \varphi$ на 0,01 для двигателей типов ВАО-22-4 и ВАО-41-6, на 0,02 — для двигателей типов ВАО-31-4, ВАО-32-4, ВАО-92-4, ВАО-31-6, ВАО-51-8 и ВАО-52-8;

снижение кратности пускового момента до 1,3 для двигателей типов ВАО-51-6, ВАО-52-6, ВАО-52-8 и ВАО-52-8, до 1,4 — для двигателей типов ВАО-41-6, ВАО-42-6, ВАО-41-8 и ВАО-42-8, на 10% — для всех остальных двигателей;

повышение кратности пускового тока на 10%, но не более 7, для исполнения В4Г и не более 8 — для исполнения В4Д.

Таблица 24.33. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАО для сред 4-й категории (исполнение IM1081)

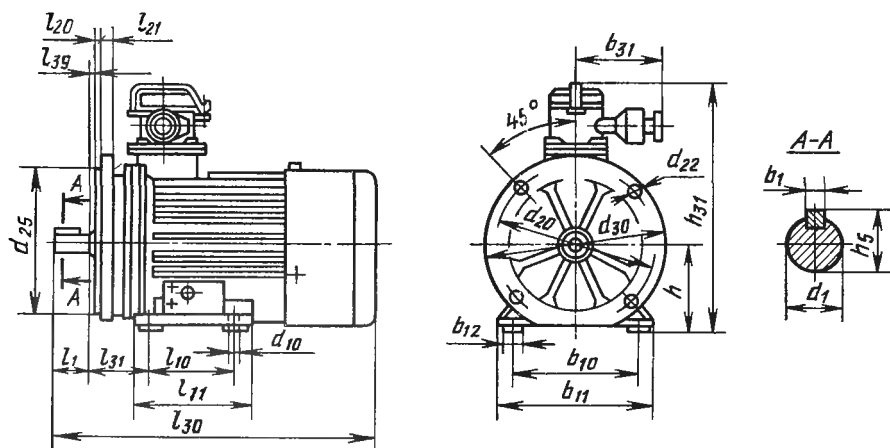


Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{31}	d_1	d_{10}	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	h	h_3	h_{31}	Масса, кг
ВАО-071	5	125	165	45	160	14	7	204	30	100	125	330	50	80	16	310	32
ВАО-072	5	125	165	45	160	14	7	204	30	100	125	330	50	80	16	310	33
ВАО-11	6	140	185	50	160	18	9	220	40	100	125	365	56	90	20,5	325	38
ВАО-12	6	140	185	50	160	18	9	220	40	125	148	380	56	90	20,5	325	40
ВАО-21	6	160	200	48	160	22	12	236	50	112	148	412	63	100	24,5	345	46
ВАО-22	6	160	200	48	160	22	12	236	50	140	176	472	63	100	24,5	345	50
ВАО-31	8	190	240	55	160	28	12	264	60	114	156	464	70	112	31	375	60
ВАО-32	8	190	240	55	160	28	12	264	60	170	180	490	70	112	31	375	67

Продолжение табл. 24.33

Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{31}	d_1	d_{10}	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	h	h_3	h_{31}	Масса, кг
BAO-41	10	216	270	45	160	32	12	316	80	140	190	575	89	132	35	428	94
BAO-42	10	216	270	45	160	32	12	316	80	118	230	615	89	132	35	422	108
BAO-51	10	254	310	45	160	38	14	346	80	178	240	645	108	160	41	456	132
BAO-52	10	254	310	45	160	38	14	346	80	210	270	678	108	160	41	452	147
BAO-61	12	279	340	50	390	42	15	390	110	203	260	715	121	180	45	565	217
BAO-62	12	279	340	50	390	42	15	390	110	241	300	775	121	180	45	565	230
BAO-71	14	318	386	70	390	48	19	470	110	228	300	775	133	200	51,5	615	314
BAO-72	14	318	386	70	390	48	19	470	110	267	335	835	133	200	51,5	615	363
BAO-81	18	406	486	80	435	60	24	510	140	311	420	815	168	250	64	100	410
BAO-82	18	406	486	80	435	60	24	510	140	348	458	915	168	250	64	100	480
BAO-91	20	457	560	90	435	70	24	510	140	368	480	1145	190	280	74,5	765	716
BAO-92	20	457	560	90	435	70	24	510	140	419	530	1235	190	280	74,5	765	731

Таблица 24.34. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей BAO для сред 4-й категории (исполнение IM2001)

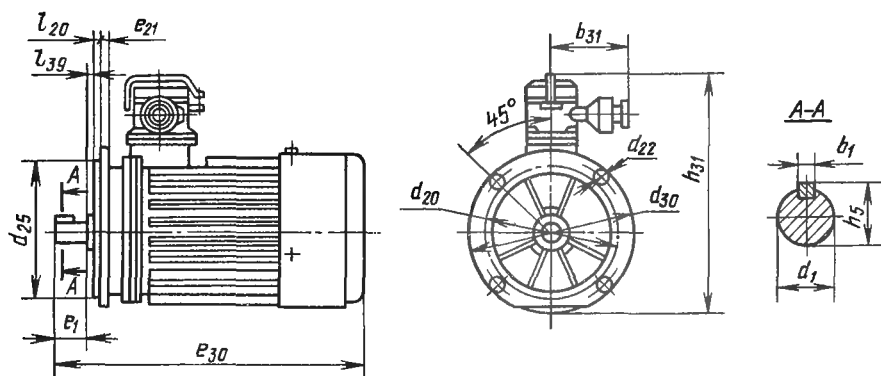


Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{31}	l_{39}	h	h_5	h_{31}	Масса, кг
BAO-071	5	125	165	45	160	14	7	165	11,5	130	200	30	100	125	4	18	330	50	0	80	16	310	32
BAO-072	5	125	165	45	160	14	7	165	11,5	130	200	30	100	125	4	18	330	50	0	80	16	310	33
BAO-11	6	140	185	50	160	18	9	165	11,5	130	200	40	100	125	4	18	365	56	0	90	20,5	325	38
BAO-12	6	140	185	50	160	18	9	165	11,5	130	200	40	126	148	4	18	380	56	0	90	20,5	325	40
BAO-21	6	160	200	48	160	22	18	165	11,5	130	200	50	112	148	4	12	412	65	0	100	24,5	345	46
BAO-22	6	160	200	48	160	22	18	165	11,5	130	200	50	140	176	4	12	472	65	0	100	24,5	345	50
BAO-31	8	190	240	55	160	28	12	215	14	180	250	60	44	155	4	14	464	70	0	112	31	375	60
BAO-32	8	190	240	55	160	28	12	215	14	180	250	60	140	180	4	14	490	70	0	112	31	375	67
BAO-41	10	216	270	45	180	32	12	265	14	230	300	80	140	190	4	16	575	89	0	132	35	428	94
BAO-42	10	216	270	45	160	32	12	265	14	230	300	80	175	230	4	16	615	89	0	132	35	422	107
BAO-51	10	254	310	45	160	38	14	300	18	230	350	80	178	240	5	18	645	108	0	160	41	435	132
BAO-52	10	254	310	45	160	38	14	300	18	250	350	20	210	270	5	18	675	108	0	160	41	452	147
BAO-61	12	279	340	60	390	42	15	—	—	—	—	110	203	260	—	—	715	121	—	180	45	565	217
BAO-62	12	279	340	50	390	42	15	—	—	—	—	110	261	300	—	—	775	121	—	180	45	565	230

Продолжение табл. 24.34

Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{31}	l_{39}	h	h_5	h_{31}	Масса, кг
ВАО-71	14	318	380	70	390	42	19	—	—	—	—	110	228	300	—	—	775	133	—	200	31,5	615	314
ВАО-72	14	318	385	70	390	48	19	—	—	—	—	110	267	335	—	—	835	133	—	200	31,5	615	363
ВАО-81	18	406	486	80	435	60	24	—	—	—	—	140	311	420	—	—	915	168	—	250	64	700	410
ВАО-82	18	406	486	80	435	60	24	—	—	—	—	140	349	458	—	—	975	168	—	250	64	700	480
ВАО-91	20	457	560	90	435	70	24	—	—	—	—	140	368	430	—	—	1105	190	—	280	74,5	765	718
ВАО-92	20	457	560	10	435	70	24	—	—	—	—	140	419	530	—	—	1235	190	—	280	74,5	765	737

Таблица 24.35. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАО для сред 4-й категории (исполнение IM3001)



Тип двигателя	b_1	b_{31}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	d_{30}	l_1	l_{20}	l_{21}	l_{30}	l_{39}	h_{31}	Масса, кг
ВАО-071	4	160	14	165	11,5	130	200	30	4	18	330	0	310	32
ВАО-072	4	160	14	165	11,5	130	200	30	4	18	330	0	310	33
ВАО-11	5	160	18	165	11,5	130	200	40	4	18	365	0	325	38
ВАО-12	5	160	18	165	11,5	130	200	40	4	18	380	0	325	40
ВАО-21	6	160	22	165	11,5	130	200	50	4	12	412	0	345	45
ВАО-22	6	160	22	165	11,5	130	200	50	4	12	472	0	345	50
ВАО-31	8	160	28	215	14	180	250	60	4	14	464	0	375	60
ВАО-32	8	160	28	215	14	180	250	60	4	14	490	0	375	67
ВАО-41	10	160	32	265	14	230	300	80	4	16	575	0	428	94
ВАО-42	10	160	32	265	14	230	300	80	4	16	615	0	422	108
ВАО-51	12	160	38	300	18	250	350	80	5	18	645	0	456	132
ВАО-52	12	160	38	300	18	250	350	80	5	18	678	0	452	147
ВАО-61	12	390	42	—	—	—	—	110	—	—	715	—	565	217
ВАО-62	12	390	42	—	—	—	—	110	—	—	775	—	565	230
ВАО-71	14	390	48	—	—	—	—	110	—	—	775	—	615	314
ВАО-72	14	390	48	—	—	—	—	110	—	—	835	—	615	363
ВАО-81	18	435	60	—	—	—	—	140	—	—	915	—	700	410
ВАО-82	18	435	60	—	—	—	—	140	—	—	915	—	700	480
ВАО-91	20	435	70	—	—	—	—	140	—	—	1145	—	765	716
ВАО-92	20	435	70	—	—	—	—	140	—	—	1235	—	765	737

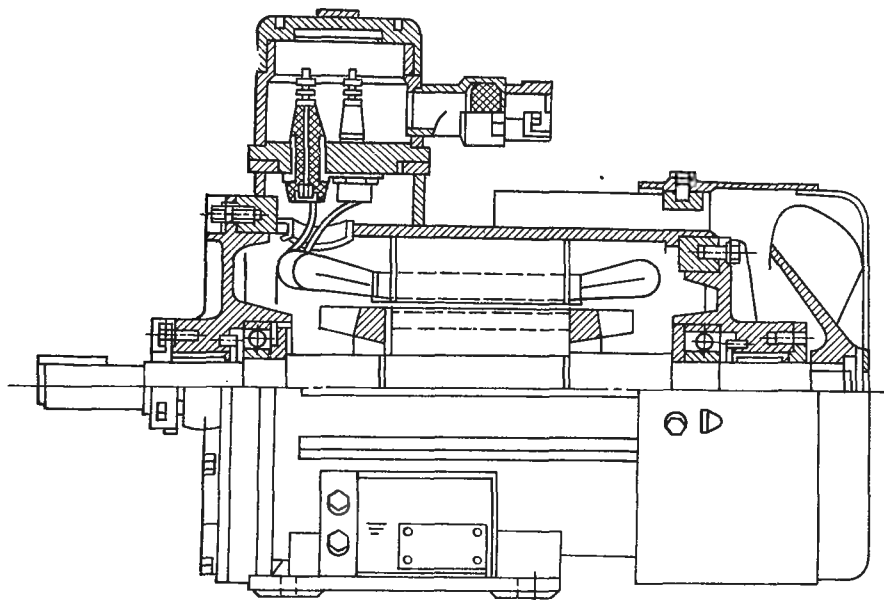


Рис. 24.21. Продольный разрез двигателя ВАО5 для сред 4-й категории

Напряжение, В	Частота, Гц	Соединение фаз обмотки статора
220/380	50, 60	Δ/Y
230/400	50	Δ/Y
240/415	50	Δ/Y
440	50, 60	Y
500	50, 60	Y
380/660	50, 60	Δ/Y

Номинальное скольжение двигателей на частоту 50 Гц соответствует значениям, указанным в табл. 24.31. Для двигателей на частоту 60 Гц номинальное скольжение составляет не более 85% значений, приведенных в табл. 24.31. Технические данные двигателей приведены в табл. 24.32.

Классы вибрации двигателей согласно ГОСТ 16921-83 — габаритов 07—3 — 2,8, габаритов 4—7—4,5, габаритов 8 и 9—7.

Уровень шума должен соответствовать нормам класса I согласно ГОСТ 16372-84.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей приведены в табл. 24.33—24.35.

Сочленение двигателей с исполнительными механизмами допускается только с помощью упругих муфт. Степень защиты двигателей — не ниже IP54 согласно ГОСТ 17494-72. Двигатели изготавливаются с подшипниками качения класса точности 0 по ГОСТ 520-71.

Двигатели должны иметь показатели

надежности согласно ГОСТ 6661-75. Двигатели предназначены для установки на механизмы, имеющие защитные устройства от проникновения смазки в полость двигателя.

Максимальная температура взрывонепроницаемой оболочки двигателей не должна превышать:

140°C — для двигателей исполнения В4Г и двигателей работающих в установках с ацетиленовоздушными смесями; 100°C — для двигателей исполнения В4Д.

Двигатели ВАО для сред 4-й категории (рис. 24.21) отличаются от двигателей ВАО, описанных в п. 24.8.1, конструкцией оболочки ввиду ужесточения норм на размеры взрывозащитных щелей.

24.8.3. Двигатели ВАОЛ 4-го и 5-го габаритов

Двигатели предназначены для привода шахтных лебедок типа ЛВД, для работы в угольных шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли, при температуре окружающего воздуха 40°C, относительной влажности до 97% при 35°C и высоте над уровнем моря не более 1000 м. Степень взрывозащиты двигателей — РВ. Двигатели рассчитаны для работы от сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 380/660 В в режиме S3, ПВ = 40% при 750 об/мин и S3, ПВ = 25% при 1500 об/мин при колебаниях питающего напряжения в пределах 0,95—1,05 номинального.

Таблица 24.36. Технические данные двигателей ВАОЛ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$ кВт	$n_{\text{ном}}$ об/мин	ПВ, %	$I_{\text{ном}}$, А, при $U_{\text{ном}}$, В		КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	Мас- са, кг
				380	660						
ВАОЛ42-4	5,5	1440	25	11,3	6,5	84	0,88	2	1,8	6,5	111
ВАОЛ42-8	3	710	40	10,6	6,1	71,5	0,6	2	1,8	4,0	109
ВАОЛ52-4	13	1460	25	29,5	17	85	0,79	2	1,8	6,5	147
ВАОЛ52-8	5,5	720	40	16	9,2	81	0,65	2	1,8	5	154

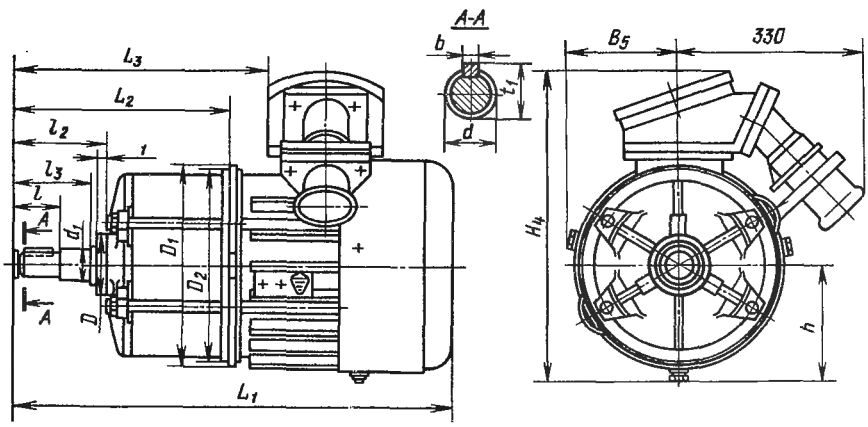


Рис. 24.22. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ВАОЛ и ВАОЛ-Т

Изоляция обмотки статора по нагревостойкости соответствует классу F, исполнение двигателей — закрытое обдуваемое. Исполнение по монтажной форме — специальное для горизонтальной установки. Например, запись ВАОЛ42-8 означает: взрывонепроницаемый, асинхронный, обдуваемый, лебедочный 4-го габарита, второй длины, восьми-полосный. Подшипники двигателя (шариковые, одного размера, с защитной шайбой): для ВАОЛ4 — № 60308, для ВАОЛ5 — № 60309. Для защиты от проникновения смазки внутрь машины в подшипниковых узлах установлены защитные кольца.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.36.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры приведены на рис. 24.22 и в табл. 24.37.

Технические данные двигателя ВАОБ-41-2

Мощность, кВт	5,5
Частота вращения, об/мин	2910
Ток, А, при напряжении:	
380 В	11,5
660В	6,5
КПД, %	85
$\cos \varphi$	0,88
Кратность:	
максимального момента	2,9
пускового момента	2
пускового тока	7
Момент инерции, кг·м ²	0,025
Масса, кг	110

Таблица 24.37. Габаритные и установочно-присоединительные размеры, мм, серии ВАОЛ и ВАОЛ-Т 4-го и 5-го габаритов (рис. 24.22)

Тип двигателя	d	d_1	D	D_1	D_2	l_1	l	l_1	l_2	l_3	L_1	L_2	L_3	B_5	h	H_4	b
ВАОЛ-42-4,8	30	35	75	280	270	33	68	26	146	128	660	315	346,5	158	158	455	8
ВАОЛ-52-4,8	35	40	95	325	315	38	72	20	148	128	710	350	383	178	178	495	10

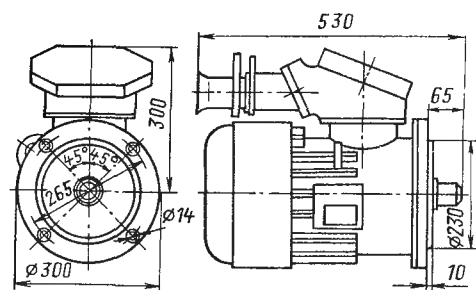


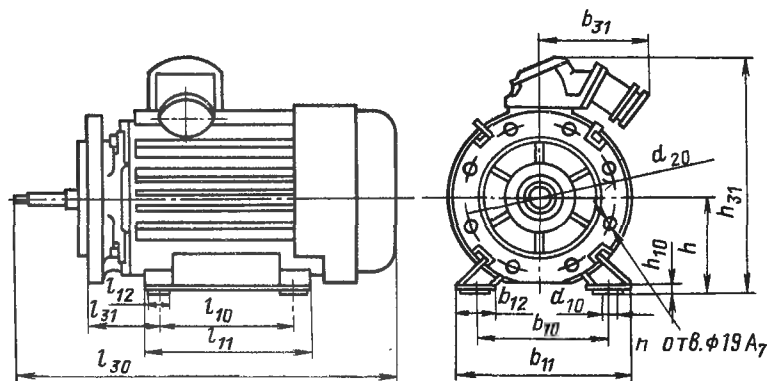
Рис. 24.23. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ВАОБ-41-2

24.8.4. Двигатели ВАОБ-41-2

Двигатели предназначены для привода вращения бурового станка для работы в угольных шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли, при температуре окружающего воздуха $-40 \div +40^\circ\text{C}$, относительной влажности до 97% при 35°C и высоте над уровнем моря не более 1000 м. Они рассчитаны на режим работы S1 от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 380/660 В.

Класс нагревостойкости изоляции обмотки статора — F. Исполнение — закрытое обдуваемое. Внешний обдув осуществляется вентилятором.

Таблица 24.38. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАОМн



Тип двигателя	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{30}	l_{31}	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{31}	d_{10}	d_{20}	h	h_{10}	h_{31}	n	Момент инерции, кг·м ²	Масса, кг
ВАОМн62-2	241	300	50	845	121	279	340	75	250	15	300	180	20	510	4	0,075	215
ВАОМн71-2	228	300	70	845	133	318	388	95	345	19	400	200	24	590	8	0,13	290
ВАОМн72-2	267	335	70	905	133	318	388	95	345	19	400	200	24	590	8	0,07	330
ВАОМн81-2	311	420	100	990	168	406	486	105	345	24	500	250	24	680	8	0,32	420
ВАОМн82-2	349	458	100	1060	168	406	486	105	345	24	500	250	24	680	8	0,39	490

Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя приведены на рис. 24.23.

24.8.5. Двигатели ВАОМн 6—8-го габаритов мощностью от 17 до 55 кВт

Двигатели предназначены для приводов центробежных и вихревых нефтяных моноблочных насосов нормального ряда, продолжительного режима работы на стационарных установках от сети переменного тока напряжением 380, 660 и 380/660 В, частотой 50 Гц. Они могут работать в помещениях и наружных установках, в которых может оказаться смесь газов или паров с воздухом, относящихся по взрывоопасности к 1—3-й категориям и группам воспламеняемости А, Б и Г по классификации ПУЭ.

Двигатели изготавливаются в климатическом исполнении У категории 2 по ГОСТ 15543-70. Двигатели пригодны для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения У категорий 3 и 4. Технические данные двигателей аналогичны данным двигателей ВАО соответствующих типоразмеров (см. табл. 24.26).

Тип двигателей соответствует обозначению двигателей серии ВАО с добавлением букв Мн (моноблочные). Например ВАОМн 62-2.

Двигатели изготавливаются с синхронной частотой вращения 3000 об/мин.

Габаритные, установочно-присоединительные размеры и масса двигателей приведены в табл. 24.38.

Двигатели изготавливаются с одним цилиндрическим выступающим концом вала для непосредственной установки на него рабочего колеса насоса.

24.8.6. Двигатели ВАОК с фазным ротором 8-го и 9-го габаритов

Двигатели предназначены для продолжительного режима работы от сети переменного тока частотой 50 Гц для привода механизмов, требующих плавного пуска, и допускают до 20 пусков в час при равных моментах инерции ротора и механизма и номинальном сопротивлении реостата.

Двигатели могут устанавливаться в помещениях и наружных установках (под навесом) со взрывоопасной средой, относящейся к I-й категории по взрывоопасности и группам А, Б и Г по воспламеняемости (исполнение по взрывозащите ВІГ), а также в шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли (исполнение по взрывозащите — РВ), химической, нефтяной, газовой и угольной промышленности согласно ПУЭ.

Двигатели изготавливаются в климатиче-

ском исполнении У и категории размещения 2 для ВІГ и 5 для исполнения РВ.

Технические данные приведены в табл. 24.39.

Двигатели выполняются на номинальное напряжение 380/660 В при соединении фаз статора Δ/Y . По требованию заказчика двигатели могут изготавливаться на напряжение 500 В.

Габаритные, установочно-присоединительные размеры и масса двигателей соответствуют указанным на рис. 24.24, 24.25.

Двигатели имеют уровень взрывозащиты РВ, ВІГ или ВЗГ и предназначены для работы в следующих номинальных условиях:

высота над уровнем моря — не более 1000 м;

температура окружающего воздуха — от -40 до $+40$ °С;

относительная влажность окружающего воздуха — до 97 % при 35 °С;

окружающая среда — взрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров, разрушающих металлы и изоляцию;

место установки двигателя защищено от попадания воды, масла, эмульсии и т. п.; непосредственное воздействие солнечной радиации отсутствует;

рабочее положение в пространстве — горизонтальное. Допускается отклонение от

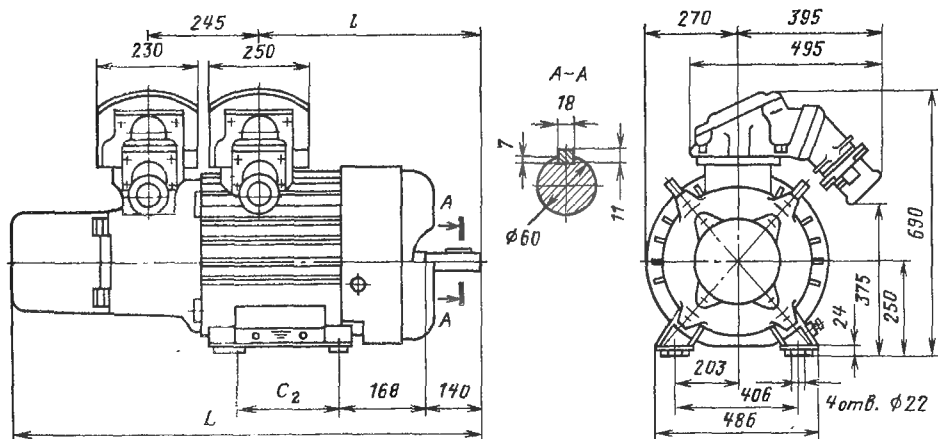


Рис. 24.24. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ВАОК8. Размеры, мм, и масса приведены в таблице.

Тип двигателя	L	C ₂	l	Масса, кг
ВАОК 81-6, ВАОК 81-8	1155	311	601	490
ВАОК 82-6, ВАОК 82-8	1225	349	671	530

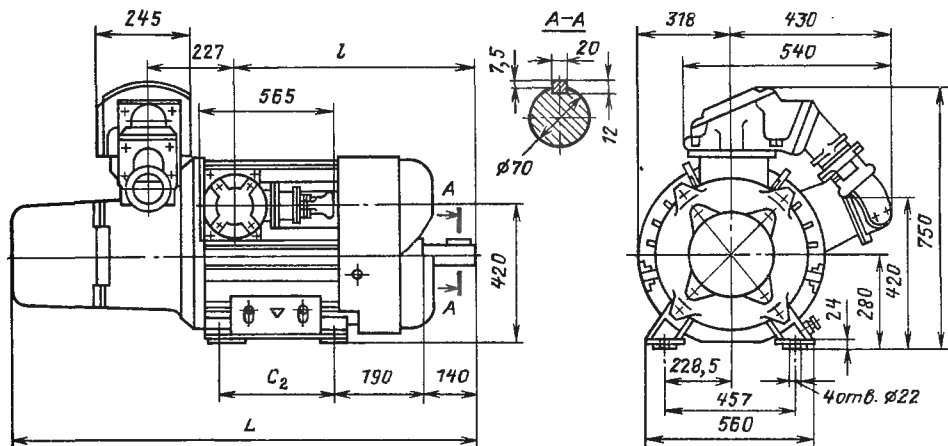


Рис. 24.25. Габаритные и установочно-присоединительные размеры и масса двигателей ВАОК 9. Размеры, мм, и масса приведены в таблице.

Тип двигателя	L	C_2	I	Масса, кг
ВАОК 91-6	1410	368	841	765
ВАОК 91-8				760

Тип двигателя	L	C_2	I	Масса, кг
ВАОК 92-6	1510	419	941	880
ВАОК 92-8				875

Таблица 24.39. Технические данные двигателей ВАОК 8-го и 9-го габаритов

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	При номинальной нагрузке						Данные ротора		
		n_c , об/мин	I_1 , А, при $U_{ном}$, В			КПД, %	$\cos \varphi$	U_2 , В	I_2 , А	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$
			380	660	500					
ВАОК 81-6	22	1000	45	26	34,5	88	0,85	350	40	2,5
ВАОК 82-6	30	1000	59	34	45	89	0,87	520	35	2,5
ВАОК 81-8	17	750	39	23	30	85	0,78	280	40	2,2
ВАОК 82-8	22	750	49	29	37	86,5	0,78	370	40	2,2
ВАОК 91-6	40	1000	81	47	62	88,5	0,85	250	100	2,4
ВАОК 92-6	55	1000	109	63	83	90	0,85	330	100	2,5
ВАОК 91-8	30	750	71	41	54	86	0,75	180	100	2,2
ВАОК 92-8	40	750	91	52	69	88,5	0,76	250	100	2,2

рабочего положения до 15° в любую сторону.

Двигатели выпускаются с изоляцией класса Н по ГОСТ 8865-70. Исполнение двигателей по способу монтажа — IM1001 по ГОСТ 2479-79.

По уровню вибрации двигатели соответствуют 7-му классу по ГОСТ 16921-83.

Двигатели имеют постоянно налегающие щетки. Контактные кольца и щеткодержательный аппарат помещены в отдельную взрывонепроницаемую оболочку.

Коробки выводов ротора двигателей 8-го и 9-го габаритов и статора 8-го габарита располагаются только сверху с воз-

можностью разворота на 90° и 180° . Коробка выводов статора двигателя 9-го габарита располагается только сбоку под углом с возможностью разворота на 90° и 180° .

Двигатели допускают изменение направления вращения только после остановки двигателя.

24.8.7. Двигатели ВАОКр 6, 8-го и 9-го габаритов

Двигатели предназначены для привода грузových лифтов и работы от сети переменного тока напряжением 220, 380 или 660 В частотой 50 Гц для эксплуатации в помещениях и наружных установках, в которых

Таблица 24.40. Технические данные двигателей ВАОкр

Тип двигателя	$P_{\text{дв}} \text{ кВт}$	$n, \text{ об/мин}$	$I_{\text{ном}}, \text{ А, при } U_{\text{ном}}, \text{ В}$			КПД, %	$\cos \varphi$	$M_{\text{гр}}, \text{ Н·м}$	$M_{\text{max}}, \text{ Н·м}$	M_{max} в генераторном режиме, Н·м	M_{min}	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	Момент инерции, кг·м ²	
			220	380	660								двигателя	общий*
ВАОкр62-6/18	3,5	930	18	10,5	6,1	71	0,71	9	11,5	—	7	6	1,19	0,9
ВАОкр81-6/24	1,17	290	18,5	11	6,3	41	0,40	8	11,5	17	6,4	3	1,08	1,75
	5	950	21,5	12,5	7,1	76	0,81	12,5	17	—	10	7,5		
	1,25	215	16	9	5,2	50	0,42	11	17	22	8,8	3		
ВАОкр82-6/24	7	950	27	15,5	9	78	0,87	19	23	—	16	7,5	1,44	2,5
ВАОкр91-6/24	1,75	215	20,5	12	7	53	0,42	16	23	32	13	3	2,3	3,5
	14	930	54	31	18	79	0,86	36	49	—	29	7		
	3,5	220	46	27	15,5	54	0,37	29	47	64	23	3		
ВАОкр92-6/24	20	910	76,5	44,5	25,5	78	0,88	48	69	—	38	6,5	3,05	4,75
	5	215	62	36	21	56	0,38	38	67	95	30	3		

* Двигатели и привода, приведенный к валу двигателя.

может оказаться смесь газов или паров с воздухом, относящихся по взрывоопасности к 1—3-й категориям и группам воспламеняемости А, Б и В по классификации ПУЭ, а также в угольных шахтах, опасных по газу (метану) и смеси угольной пыли с воздухом.

Двигатели изготавливаются в климатическом исполнении У категории 2 для исполнения ВЗГ и категории 5 для исполнения РВ по ГОСТ 15543-70. Двигатели пригодны также для эксплуатации в условиях, нормированных для исполнения У категорий 3, 4.

Двигатели в исполнении ВЗГ соответствуют группе условий эксплуатации МЗ, в исполнении РВ — группе М19 по ГОСТ 17516-72.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.40.

Двигатели имеют две самостоятельные обмотки на 6 и на 18 или 24 полюса. Каждая обмотка соединена в звезду и имеет три выводных конца.

Номинальный режим работы двигателей — повторно-кратковременный S4 при 120 циклах в час с продолжительностью включения ПВ = 40 % для частоты вращения 1000 об/мин и ПВ = 15 % для частоты вращения 250 (333) об/мин при моментах инерции привода, приведенных к валу двигателя, не выше значений, указанных в табл. 24.40.

Двигатели соответствуют требованиям ТУ 16-513.089-70, ПУЭ, в исполнении ВЗГ — ПИВЭ, в исполнении РВ — ПБ, во всем неоговоренном ГОСТ 183-74.

Двигатели предназначены для работы в следующих номинальных условиях:

высота над уровнем моря — не более 1000 м;

температура окружающего воздуха — от -40 до $+40$ °С;

относительная влажность окружающего воздуха — не более 97 % при температуре $+35$ °С.

Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса двигателей приведены в табл. 24.41.

Двигатели допускают пуск от сети на любую из номинальных частот вращения, а также переключение на другую скорость.

Двигатели при работе на обмотке с $2p = 18$ или 24 выдерживают, не перегреваясь сверх нормы, 30 мин непрерывной работы из предварительно нагретого состояния при нагрузке, равной 50 % номинальной.

Исполнение двигателей по способу монтажа — М1001 ГОСТ 2479-79.

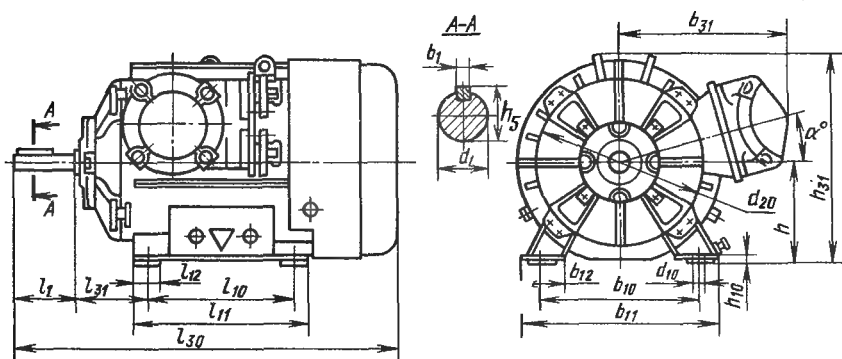
По уровню вибрации двигателя соответствуют 4, 5-му классу по ГОСТ 16921-83.

Уровень шума двигателей на расстоянии 1 м от корпуса не превышает 85 дБ (по шкале А).

Двигатели изготавливаются с одним свободным цилиндрическим концом вала по ГОСТ 12080-66 и допускают передачу номинальной мощности только при соединении эластичной муфтой.

Вероятность безотказной работы 0,8 за время наработки 2000 ч.

Таблица 24.41. Габаритные, установочные и присоединительные размеры, мм,



Тип двигателя	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{30}	l_{31}	b_1	b_{10}	b_{11}
ВАОкр62-6/18	110	241	300	50	710	121	12	279	340
ВАОкр81-6/24	140	311	420	100	830	168	18	406	486
ВАОкр82-6/24	140	349	458	100	900	168	18	406	486
ВАОкр91-6/24	140	368	480	90	1070	190	20	457	560
ВАОкр92-6/24	140	419	530	90	1160	190	20	457	560

24.8.8. Двигатели ВМП 7 и 8-го габаритов

Двигатели короткозамкнутые с повышенным скольжением применяются для шахтных погрузочных машин внутрисоюзных поставок, а также для поставок на экспорт. Двигатели являются комплектующими изделиями. Они предназначены для работы от сети переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением до 660 В в режиме S4 по ГОСТ 183-74 в течение часа

с ПВ = 25 %, с числом пусков в час при 750 об/мин — 600, при 1500 об/мин — 100. Двигатели применяются во всех отраслях горнодобывающей промышленности и шахтного строительства, в том числе и в шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли.

Климатическое исполнение У предназначено для эксплуатации в нормированных условиях категории 5, для внутрисоюзных

Таблица 24.42. Технические данные двигателей ВМП (исполнение IM4009)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	$I_{\text{ном}}$, А, при $U_{\text{ном}}$, В			$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг · м ²
					380	660	500				
ВАМП72-8 ВАМП82-8	22 30	9,5 10,5	79 80	0,76 0,8	56 71	32 41	43 54	2,81 2,88	3,19 2,8	5,0 4,9	0,7 1,5
ВАМП72-4/8	21 11	11 10	79 77	0,92 0,73	44 30	25 17	34 23	2,44 3,16	2,3 3,16	4,6 4,9	0,7 0,7
ВАМП82-4/8	30 17	10 8	80 80	0,92 0,73	62 44	36 26	47 34	2,35 3,27	2,4 3,32	5,9 6	1,5 1,5

Примечание. Указанные данные справедливы при отсутствии торможения противотоком и при моменте инерции механизма, приведенном к валу ротора двигателя, равном моменту инерции ротора.

Рис. 24.26. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ВАМП72 и ВАМП82

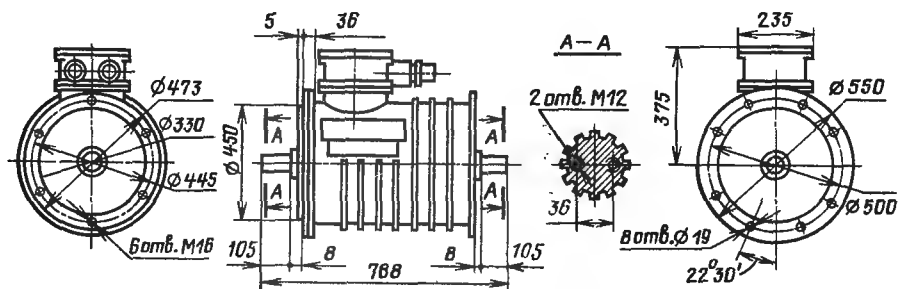


Рис. 24.27. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двухскоростного ВАМП82-4/8

Тип двигателя	Размеры, мм								Масса, кг
	d_5	d_{20}	d_{24}	d_{25}	l_1	l_{30}	b	b_{31}	
ВАМП72-8	М10	400	450	350	82	620	30	350	290
ВАМП72-4/8									300
ВМП82-8	М12	500	550	450	105	680	36	375	410

Рабочее положение в пространстве — горизонтальное. Допускается вертикальная и наклонная установка двигателя выступавшим концом вала вниз, а также работа двигателей при периодических наклонах оси вала вверх до 40° при подтекании смазки из редуктора.

Двигатели должны соответствовать группе условий эксплуатации М19 по ГОСТ 17516-72.

Кратность минимального вращающего момента должна быть не ниже 2.

Односкоростные двигатели независимо от мощности изготавливаются на номинальное напряжение 380/660 В при соединении фаз Δ/Y и имеют возможность пересоединения обмотки статора с одного напряжения на другое без разборки двигателей. По просьбе заказчика двигатели могут изготавливаться на напряжение 500 В при соединении фаз Y .

Двухскоростные двигатели независимо от мощности выполняются на номинальные напряжения 380, 660 или 500 В.

Двигатели имеют следующие показатели надежности: ресурс до первого капитального ремонта — не менее 20 000 ч; наработка на отказ — не менее 10 000 ч.

Уровень вибрации соответствует классу 4, 5 по ГОСТ 16921-83.

Исполнение двигателей по степени защиты — не менее IP54.

24.9. Асинхронные взрывозащитные двигатели мощностью более 100 кВт

24.9.1. Двигатели ВАОК315, 355, 450

Двигатели предназначены для работы в шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли, а также во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках по классификации ПУЭ, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, отнесенных к 1-й категории и группам воспламеняемости Т1, Т2 и Т4 согласно классификации ПИВРЭ, а также пыли с воздухом, температура тления и воспламенения которых выше 185°C .

Климатическое исполнение двигателей для внутрисоюзных поставок и поставок на экспорт в условиях умеренного климата — У, для поставок на экспорт в условиях влажного и сухого тропического климата — Т по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70 в едином исполнении, предназначенном для эксплуатации в условиях, нормированных для категорий размещения 2—5 по ГОСТ 15150-69.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70 для исполнения У категории Т2, за исключением относительной влажности, верхнее значение которой должно соответство-

Таблица 24.43. Технические данные двигателей ВАОК315, 355 и 450

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	n_c , об/мин	s , %	$I_{\text{ном}}$ А, при $U_{\text{ном}}$, В		КПД, %	$\cos \varphi$	Данные ротора		$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг·м ²
				380	660			I_2 , А	Напряжение на контактных кольцах U_2 , В		
ВАОК315 S(A)-6	90	1000	2,2	185	105	91,4	0,83	260	240	2,6	4
ВАОК315 S(B)-6	110	1000	2,2	215	125	91,7	0,85	290	250	2,6	4
ВАОК315 M-6	132	1000	2,2	260	150	92,3	0,85	290	300	2,6	5
ВАОК315S-8	75	750	2,7	155	90	90,2	0,8	270	190	2,2	4,5
ВАОК315 M-8	90	750	2,7	190	110	91,0	0,8	260	235	2,3	5,5
ВАОК355 S-6	160	1000	1,8	310	180	92,8	0,85	330	315	2,6	8
ВАОК355M-6	200	1000	1,8	380	220	93,3	0,86	350	375	2,6	11
ВАОК355 S(A)-8	110	750	2	225	130	91,5	0,82	315	235	2,3	8
ВАОК355S (B)-8	132	750	2	260	150	92	0,84	340	250	2,3	10
ВАОК355 M-8	160	750	2	310	180	92,5	0,84	335	300	2,3	12,3
ВАОК450 S-6	250	1000	1,5	—	265	94,3	0,88	315	470	2,5	18
ВАОК450 M-6	315	1000	1,5	—	330	94,7	0,88	315	600	2,5	22,5
ВАОК450 S-8	200	750	1,5	390	225	93,3	0,83	290	420	2,3	21,5
ВАОК450 M-8	250	750	1,5	—	280	93,7	0,83	290	525	2,3	27

вать 100% при 35°C при высоте над уровнем моря не более 1000 м.

Двигатели по уровню и виду взрывозащиты имеют исполнение РВЗВ и ИТ4 В (ПИБРЭ).

Двигатели соответствуют группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516-72.

Двигатели всех полюсностей мощностью до 200 кВт включительно изготавливаются на номинальное напряжение 380/660 В, соединение фаз обмотки статора Δ/У; двигатели мощностью свыше 200 кВт — на номинальное напряжение 660 В, соединение фаз обмотки статора Δ. Режим работы двигателей — S1.

Двигатели имеют следующие показатели надежности:

наработка на отказ — 15 000 ч;
 средний ресурс до первого капитального ремонта — 25 000 ч;
 вероятность безотказной работы — 0,9 за 1000 ч и 0,75 за 8000 ч;
 срок службы до списания — 20 лет.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.43, габаритные, установочные и присоединительные размеры — в табл. 24.44.

Предельная температура обмоток статора не должна превышать значений, соответствующих классу изоляции F, предельная температура обмоток ротора — классу Н по ГОСТ 8865-70.

В двигателях рудничного исполнения

(РВЗВ) предусмотрена тепловая защита обмоток статора.

Допустимое эффективное значение вибрационной скорости двигателей не должно превышать значения, соответствующего классу 4,5 по ГОСТ 16921-83.

Уровень шума двигателей соответствует классу 1 по ГОСТ 16372-84.

Форма исполнения двигателя по способу монтажа — IM1001.

Степень защиты двигателей от внешних воздействий — не ниже IP54.

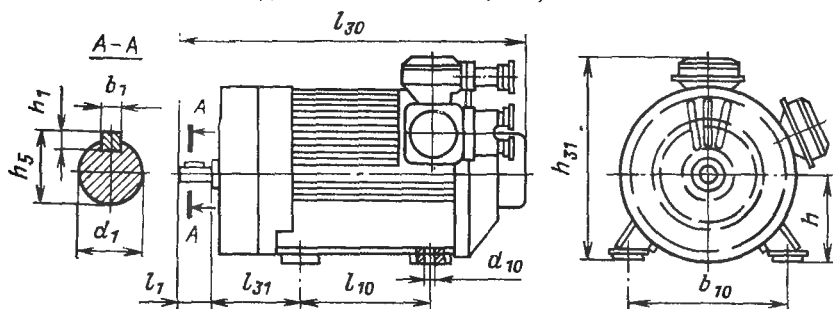
Двигатели допускают включение при полной нагрузке при падении напряжения в пределах допуска по ГОСТ 183-74.

Двигатель выполнен в стальном сварном обрешенном корпусе с одним свободным концом вала под посадку муфты. Двигатель имеет воздушное обдуваемое охлаждение корпуса и внутреннюю аксиальную замкнутую систему циркуляции воздуха, осуществляемую внутренним центробежным вентилятором, насаженным на вал ротора. Внешний обдув двигателя производится наружным вентилятором, также насаженным на вал ротора.

Между ребрами на наружной поверхности станины проходят трубы, сваренные в станину, для обеспечения циркуляции внутреннего воздуха.

Обмотка статора — двухслойная из провода марки ПСД для двигателей климатического исполнения У и ПСДК — для дви-

Таблица 24.44. Габаритные и установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАОК315, 355, 450



Тип двигателя	b_1	b_{10}	d_1	d_{10}	h	h_1	h_5	h_{31}	l_1	l_{10}	l_{30}	l_{31}	Масса, кг
ВАОК315S(A)6													1100
ВАОК315S(B)6										406	1470		1180
ВАОК315S8	22	508	80	28	315	14	85	890	170	457	1545	216	1200
ВАОК315M6													1310
ВАОК315M8													1350
ВАОК355S(A)8													1550
ВАОК355S(B)8										560	1530		1650
ВАОК355S8	25	610	90	35	355	14	95	970	170	630	1600	254	1650
ВАОК355M6													1800
ВАОК355M8													1800
ВАОК450S6										630	1780		2320
ВАОК450S8	28	750	100	35	450	14	106	1105	210			315	2270
ВАОК450M6										710	1860		2600
ВАОК450M8													2560

гателей климатического исполнения Т. Изоляция обмотки статора — не ниже класса F.

Обмотка ротора — двухслойная, волновая, стержневая, укладывается в полузакрытые пазы ступенчатой формы для двигателей ВАОК315, 355 и прямоугольной формы для двигателей ВАОК450.

Стержни выполняются двух профилей для ступенчатых пазов и одного профиля для прямоугольных пазов. В схеме обмотки вместо переходных соединений применены три косых стержня, уложенные в три паза прямоугольной формы. Изоляция обмотки ротора — не ниже класса Н. Пайка всех соединений схемы обмотки производится серебряным припоем.

24.9.2. Двигатели ВАО710

Предназначены для продолжительного режима работы S1 от сети переменного тока частотой 50 Гц в шахтах, опасных по газу или пыли, во взрывоопасных помещениях и наружных установках, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, и выполнены в соответствии с требованиями ПИВРЭ.

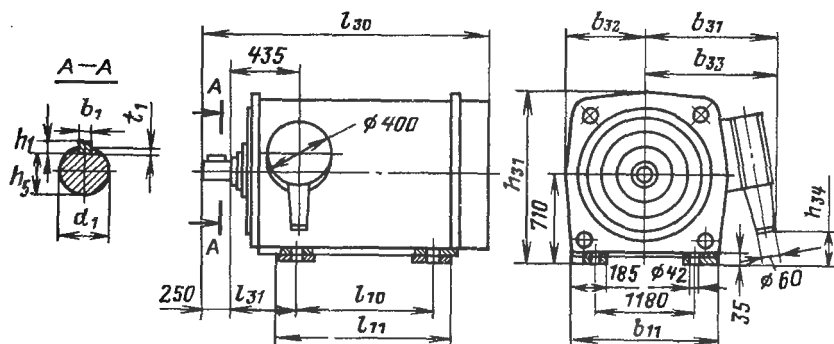
Двигатели изготавливаются на номинальное напряжение 6000 В частотой 50 Гц.

Двигатели выдерживают прямой пуск от сети с номинальным напряжением, а также при отклонениях напряжения и частоты, допускаемых ГОСТ 183-74.

Таблица 24.45. Технические данные двигателей ВАО710

Типоразмер двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	n_c , об/мин	I_1 , А	КПД, %	$\cos\varphi$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$
ВАО710М-4	1250	1500	139	95,5	0,9	1,4	2,4	0,9	6
ВАО710М-6	1000	1000	114	95,5	0,88	1,3	2,4	0,9	5,5
ВАО710М-8	800	750	94	95,6	0,85	1,4	2,4	0,9	6
ВАО710Л-4	1600	1500	177	95,7	0,91	1,4	2,4	0,9	6
ВАО710Л-6	1250	1000	142	95,6	0,88	1,3	2,4	0,9	5,5
ВАО710Л-8	1000	750	119	95,6	0,84	1,4	2,4	0,9	6,5

Таблица 24.46. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАО710



Типоразмер двигателя	b_1	b_{11}	b_{31}	b_{32}	b_{33}	d_1	h_1	h_5	h_{31}	h_{34}	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	t_1	Мас- са, кг
ВАО710М-4	36	1360	975	680	945	140	20	148	1390	550	1120	1612	2370	400	12	7630
ВАО710М-6												1752	2500	450		8530
ВАО710М-8																8480
ВАО710Л-4												1772	2530	400		8330
ВАО710Л-6		1365	1005	710	980	150	158	1420	565	1250				9980		
ВАО710Л-8										1972	2720	450	9930			

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.45. Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса двигателей указаны в табл. 24.46.

Корпус двигателей (рис. 24.28) — стальной, сварной, состоит из двух торцевых плит, стянутых между собой восемью продольными стержнями, и наружного цилиндра, приваренного к плитам. В пространстве между стержнями и наружным цилиндром вдоль статора установлены охлаждающие трубы, распределенные вокруг пакета статора.

Обмотка статора — двухслойная, из пря-

моугольного провода с термореактивной изоляцией класса нагревостойкости В.

Ротор — короткозамкнутый, с обмоткой, выполненной заливкой алюминиевым сплавом. Охлаждение двигателей воздушное, с радиально-встречной циркуляцией внутреннего воздуха.

Допустимые значения средних уровней звука на расстоянии 1 м от корпуса двигателей в режиме холостого хода не превышают 105 дБ по шкале А. Допустимые значения средних уровней звука на опорном радиусе $r = 3$ м не превышают 100 дБ по шкале А.

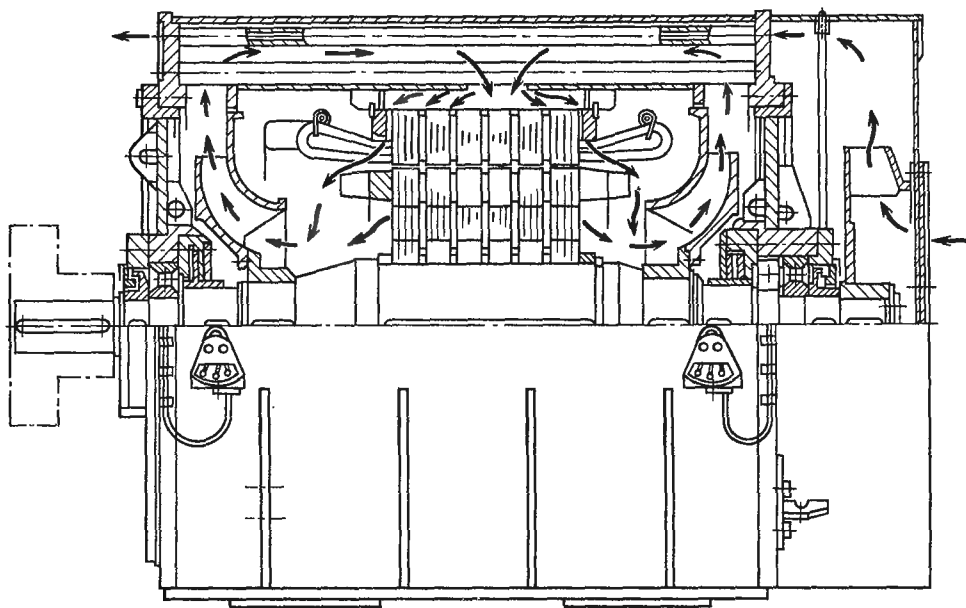


Рис. 24.28. Продольный разрез двигателя ВАО710. Стрелками показано направление движения охлаждающего воздуха (два контура)

Двигатели имеют следующие показатели надежности: наработка на отказ — не менее 25 000 ч, в том числе обмотка статора — не менее 25 000 ч, подшипниковые узлы — не менее 10 000 ч; средний ресурс до первого капитального ремонта — не менее — 44 000 ч; коэффициент готовности — 0,9991; срок службы до списания — 20 лет.

24.10. Асинхронные взрывозащищенные двигатели типа ВАОВ мощностью 400, 800, 1250, 2000 кВт

Двигатели предназначены для привода вертикальных нефтяных подпорных насосов соответственно с подачами 1250, 2500, 3600 и 5000 м³/ч в продолжительном режиме работы S1 во взрывоопасных помещениях

и наружных установках. Двигатели соответствуют ТУ 16-510.709-79. Исполнение по взрывозащите — IExdII BT4 по ГОСТ 12.2.020-76.

Двигатели типа ВАОВ560М-6 используются в качестве главного привода стволопроходческого комбайна ПД-2, предназначенного для проходки вертикальных стволов шахт, включая опасные по газу, и соответствуют ТУ 1ВЦ.076.092. Исполнение по взрывозащите — РВ4В.

Двигатели имеют форму исполнения по способу монтажа IM4011 по ГОСТ 2479-79 и левое направление вращения вала — против часовой стрелки, если смотреть на двигатель со стороны насоса.

Двигатели изготавливаются на номинальное напряжение 6 и 10 кВ при частоте питающей сети 50 Гц. Двигатели выдержи-

Таблица 24.47. Технические данные двигателей ВАОВ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	n_c , об/мин	КПД, %	$\cos\varphi$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кгм ²
ВАОВ560М-4	400	10 000	1500	92,2	0,86	1,1	2,5	6,5	27,3
ВАОВ560М-6	400	6000	1000	94,2	0,86	1,3	2,4	6	—
ВАОВ630Л-4	800	10 000	1500	94	0,89	1	2,4	6,5	58,8
ВАОВ710Л-4	1250	10 000	1500	95	0,89	1,1	2,5	6,5	90
ВАОВ800Л-4	2000	10 000	1500	96	0,89	1,1	2,5	6,5	143

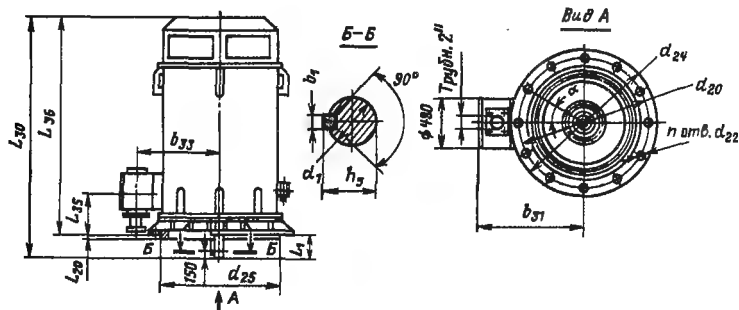


Таблица 24.48.
Габаритные и установочные размеры двигателей ВАОВ

Тип двигателя	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{24}	α	d_{25}	L_1	L_{20}	L_{30}	L_{35}	L_{36}	n	h_5	b_1	b_{31}	b_{33}	Масса, кг
ВАОВ560М-4	110	1250	35	1350	30°	1150	210	12	2470	540	2260	12	116	28	1020	880	4500
ВАОВ630Л-4	120	1400	35	1500	30°	1290	210	16	2685	540	2475	12	127	32	1135	995	7100
ВАОВ710Л-4	140	1600	42	1720	15°	1480	250	20	2990	598	2740	12	148	36	1195	1070	9800
ВАОВ800Л-4	140	1800	42	1920	11°15'	1680	250	25	3445	598	3195	16	148	36	1235	1110	13200
ВАОВ560М-6	110	1250	35	1350	—	1150	230	15	2050	560	1846	12	116	28	917	870	4400

вают прямой пуск при полном напряжении.

Двигатели имеют изоляцию типа «моноплит» не ниже класса В по ГОСТ 8865-70.

Основные технические данные электродвигателей приведены в табл. 24.47.

Габаритные и установочные размеры двигателей указаны в табл. 24.48.

Корпус двигателей — стальной, сварной, состоит из двух торцевых плит, стянутых между собой продольными ребрами, и наружного цилиндра, приваренного к плитам, и обеспечивающего герметичность корпуса двигателей. В пространстве между наружным цилиндром и продольными ребрами установлены охлаждающие трубы, распределенные вокруг пакета статора.

Внутренняя система вентиляции — радиально-встречная с двумя параллельными ветвями. Воздух внутри двигателя двумя центробежными вентиляторами нагнетается в трубчатый охладитель.

Внутренние и наружный вентиляторы выполнены с загнутыми назад лопатками относительно направления вращения.

Двигатели имеют следующие показатели надежности: наработка на отказ — не менее 25 000 ч при замене подшипников — через 10 000 ч; средний ресурс до первого капитального ремонта — не менее 44 000 ч; срок службы до списания — 15 лет.

24.11. Асинхронные взрывозащитные двигатели серии ВАО2

24.11.1. Двигатели ВАО2-280, 315, 355

Двигатели предназначены для работы в шахтах, опасных по газу или пыли (испол-

нения РВЗВ), во взрывоопасных помещениях всех классов и в наружных установках, отнесенных по взрывоопасности к категориям 1—3 и группам Т1—Т4 (исполнение ВЗТ4В), в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов, паров и пыли с вздухом.

Двигатели рассчитаны на работу при высоте над уровнем моря не более 1000 м, температуре окружающей среды от —40 до +40 °С и относительной влажности не более 90 % при температуре 20 °С или 100 % при температуре 25 °С; не допускается непосредственное воздействие солнечной радиации и осадков при работе на открытом воздухе.

Двигатели соответствуют действующим требованиям ТУ 16-510.532-76, ПБ, ГОСТ 22782.0-81, ГОСТ 22782.6-81 и ГОСТ 24719-81.

Условное обозначение двигателей расшифровывается следующим образом: ВАО2 — взрывозащитный, асинхронный, обдуваемый, вторая серия; далее — цифра, указывающая высоту оси вращения, мм, буквы S, M или L, обозначающие условную схему S двигателя, и цифры — число полюсов.

Двигатели рассчитаны для работы от трехфазной сети переменного тока частотой 50 Гц с номинальным режимом S1.

Двигатели мощностью до 200 кВт выполнены на напряжение 380/660 В при соединении фаз статорной обмотки Δ/У, двигатели мощностью свыше 200 кВт — на напряжение 660 В при соединении фаз статорной обмотки Δ или Y. По специальному заказу

Таблица 24.49. Технические данные двигателей ВАО2

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	s , %	КПД, %	$\cos\phi$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг·м ²	Допустимое значение среднего уровня звука, дБ
3000 об/мин									
BAO2-280S-2	132	1,3	93,4	0,9	1,6	2,7	6,5	1,7	94
BAO2-280M-2	160	1,3	93,8	0,91	1,7	2,7	7	2	95
BAO2-280L-2	200	1,3	94	0,91	1,7	2,8	7	2,3	95
BAO2-315M-2	250	1,2	94	0,91	1,5	2,8	7	2,9	95
BAO2-315L-2	315	1,2	94,5	0,91	1,5	2,8	7	3,6	95

1500 об/мин

BAO2-280S-4	132	1,3	93,9	0,88	2	2,6	6,5	3,3	90
BAO2-280M-4	160	1,3	94	0,89	2	2,7	6,5	3,5	93
BAO2-280L-4	200	1,3	94,3	0,89	2,2	2,7	6,5	4,3	93
BAO2-315M-4	250	1,1	94,5	0,89	1,7	2,5	6,5	5,5	93
BAO2-315L-4	315	1,1	94,5	0,89	1,7	2,5	6,5	6,8	93

1000 об/мин

BAO2-280M-6	110	1,4	94	0,87	1,6	2,3	6	4	88
BAO2-280L-6	132	1,4	94,3	0,87	1,6	2,3	6	5	88
BAO2-315M-6	160	1,2	94	0,87	1,6	2,2	6	7	90
BAO2-315L-6	200	1,2	94,5	0,88	1,6	2,2	6	8,5	90
BAO2-355M-6	250	1	95	0,88	1,7	2,2	6	13	90
BAO2-355L-6	315	1	95,4	0,88	1,6	2,2	6	18,3	90

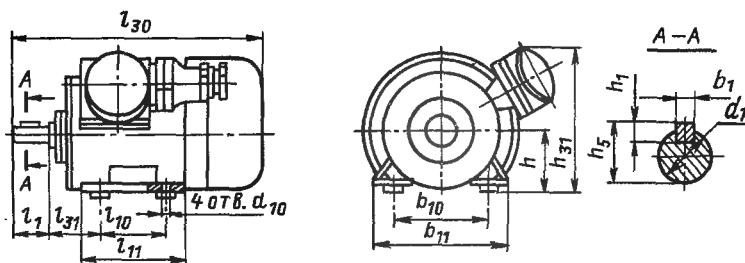
750 об/мин

BAO2-280M-8	90	1,7	92,8	0,83	1,6	2,2	5,5	4,5	85
BAO2-280L-8	110	1,7	93	0,83	1,7	2,2	5,5	5,5	85
BAO2-315M-8	132	1,3	93,5	0,85	1,5	2,2	5,5	8,8	85
BAO2-315L-8	160	1,3	94	0,85	1,5	2,2	5,5	10,6	88
BAO2-355M-8	200	0,8	94,2	0,85	1,5	2,3	6	16,3	88
BAO2-355L-8	250	0,8	94,6	0,85	1,5	2,3	6	20,3	88

600 об/мин

BAO2-280M-10	55	1,7	92	0,73	1,5	2,2	5	4,5	81
BAO2-280L-10	75	1,7	92,3	0,73	1,5	2,2	5	5,5	84
BAO2-315S-10	90	1,2	93	0,76	1,4	2,2	5	7,5	84
BAO2-315M-10	110	1,2	93,5	0,77	1,4	2,2	5	8,8	84
BAO2-315L-10	132	1,3	93,5	0,78	1,4	2,2	5	10,6	87
BAO2-355M-10	160	0,8	94	0,77	1,5	2,2	5,5	16,3	87
BAO2-355L-10	200	0,8	94,5	0,78	1,4	2,2	5,5	20,3	87

Таблица 24.50. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВАО2 (исполнение IM1001)



Тип двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	d_1	d_{10}	h	h_1	h_5	h_{31}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	Мас- са, кг		
BAO2-280S2	20	457	580	75	24	280	12	79,5	640	140	368	530	1230	190	1040		
BAO2-280M2											419				1100		
BAO2-280L2											457				570	1305	1160
BAO2-280S4	22			80			14	85		170	368	530	1230		1040		
BAO2-280M4, 6, 8, 10											419				1100		
BAO2-280L4, 6, 8, 10											457				570	1305	1160
BAO2-315M2	20	508	680	75	28	315	12	79,5	715	140	457	630	1275	216	1400		
BAO2-315L2											508				680	1345	1600
BAO2-315-S10											457						1385
BAO2-315M4, 6, 8, 10	25			90			14	95		170	457	630	1305		1475		
BAO2-315L4, 6, 8, 10											508				680	1375	1645
BAO2-355M6, 8, 10	28			610			780	100			355	16	106		795	210	560
BAO2-355L6, 8, 10		630	800		1575	2150											

могут быть изготовлены двигатели на напряжение 500 В (или другое напряжение) и частоту 60 Гц.

Двигатели допускают включение при полной нагрузке и длительную эксплуатацию при колебаниях питающего напряжения в пределах, регламентируемых ГОСТ 183-74. Технические данные двигателей приведены в табл. 24.49, габаритные, установочные и присоединительные размеры — в табл. 24.50.

Допустимое эффективное значение вибрационной скорости двигателей массой до 2000 кг — 4,5 мм/с по ГОСТ 16921-83, двигателей массой свыше 2000 кг — по ГОСТ 20815-75.

Двигатели имеют следующие показатели надежности: наработка на отказ — 25 000 ч;

средний ресурс до первого капитального ремонта — 38 000 ч; вероятность безотказной работы за 1000 ч — 0,97, за 8000 ч — 0,75.

Двигатель выполнен закрытым во взрывонепроницаемой оболочке, имеет воздушное обдуваемое охлаждение корпуса и внутреннюю аксиальную замкнутую систему циркуляции воздуха, осуществляемую внутренним центробежным вентилятором, насаженным на вал ротора. Кожух наружного вентилятора двигателя — стальной, крепится к станине болтами.

Степень защиты двигателя от окружающей среды — IP44, степень защиты коробки выводов — IP54, степень защиты наружного вентилятора — IP20.

Станина статора — стальная, сварная с

ребрами, наваренными вдоль нее. Между ребрами на наружной поверхности станины проходят трубы, сваренные в станину, для обеспечения циркуляции внутреннего воздуха.

Изоляция обмотки статора — класса F по ГОСТ 8865-70. Все соединения схемы обмотки спаяны твердым медно-фосфористым припоем.

У двигателей исполнения РВЗВ для защиты статорных обмоток от недопустимого превышения температуры на лобовой части обмотки со стороны привода установлены датчики — реле температуры (типа ДТР-5М, 165), выводные провода которых подключаются к выводам коробки выводов.

Ротор двигателя — короткозамкнутый. Обмотка ротора — литая, из алюминия.

Подшипниковые щиты, крышки подшипников, лабиринтные и маслосбрасывающие кольца отлиты из чугуна. Двигатели изготавливаются на подшипниках качения.

Двигатель допускает прямой пуск от сети с номинальным напряжением. Допускается не более двух-трех пусков, следующих один за другим через 1 мин, и один пуск из горячего состояния (кроме аварийных случаев). Повторный цикл пуска производится после того, как двигатель остынет (не ранее чем через 1 ч).

24.11.2. Двигатели ВАОПК-280

Двигатели предназначены для привода проходческих комбайнов ПК-8, ПК-10 и аналогичных, эксплуатируемых в соляных шахтах. Двигатели ВАОПК-280 являются модификацией двигателей серии ВАО2-280 и конструктивно отличаются от них наличием

стального защитного кожуха, надетого на станину поверх ребер и труб. Исполнение двигателя по взрывозащите — РВЗВ. Номинальный режим работы двигателя — S1. Для выполнения вспомогательных операций двигатель обеспечивает повторно-кратковременный режим S4 с ПВ = 25 % и числом включений в час 30 при коэффициенте инерции не более 2,5. Обмотка ротора отлита из алюминиевого сплава повышенного сопротивления (АКМЦ). Технические данные двигателей приведены в табл. 24.51, габаритные и установочно-присоединительные размеры — на рис. 24.29 и в таблице.

Двигатели изготавливаются на номинальное напряжение 380/660 В. По требованию заказчика могут быть изготовлены на напряжение 500 В частотой 50 Гц, а также 380/660 и 500 В частотой 60 Гц.

24.11.3. Двухскоростной двигатель ВАО2-315-6/18

Двигатель взрывозащищенный типа ВАО2-315-6/18 предназначен для привода центрифуги, для работы во взрывоопасных помещениях всех классов и наружных установках, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси газов, паров или пыли с воздухом 1—3-й категорий и групп Т1—Т4 согласно классификации ПИВРЭ.

Климатическое исполнение двигателя — У и Т категории 2 по ГОСТ 15150-69.

По уровню и виду взрывозащиты двигатель имеет исполнение ВЗТ4В. Степень защиты двигателя от наружных воздействий — IP54, степень защиты наружного вентилятора двигателя — IP20 по ГОСТ 2479-79.

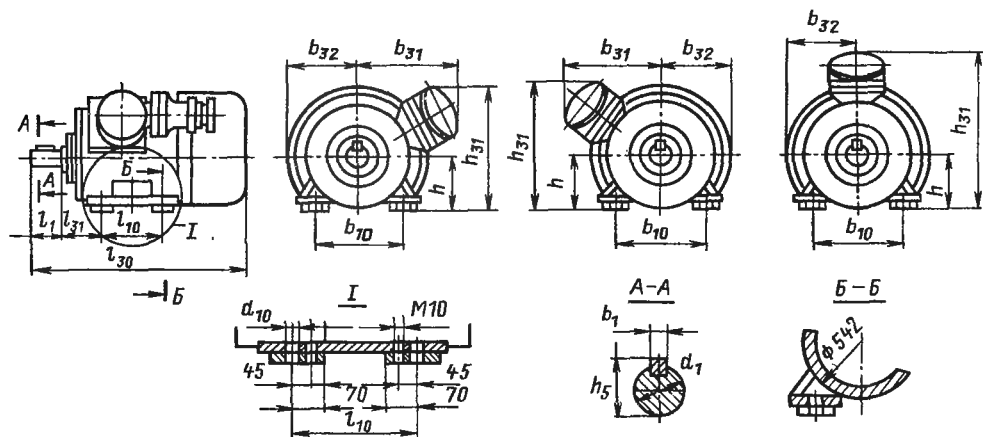


Рис. 24.29. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателя ВАОПК-280

Таблица 24.51. Технические данные двигателей ВАОПК-280

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$	$n_{\text{с}}$ об/мин	s , %	КПД, %	$\cos\varphi$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг·м ²
ВАОПК-280S4	110	1500	3	91	0,86	2	2,5	6,0	3,05
ВАОПК-280М-4	132	1500	3	92	0,86	2	2,5	6,0	3,5
ВАОПК-280L4	160	1500	3	93	0,86	2	2,5	6,5	4,25
ВАОПК-280S6	132	1000	3	92	0,80	2,5	3	6,5	4,9

Продолжение табл. 24.51

Тип двигателя	Размеры, мм													Масса, кг
	b_1	b_{10}	b_{31}	b_{32}	d_1	d_{10}	h	h_5	h_{31}	l_1	l_{10}	l_{30}	l_{31}	
ВАОПК-280S4	22	457	600	350	80	32	280	85	См. при- мечание	170	368	1230	190	980
ВАОПК-280М-4											419	1230		1060
ВАОПК-280L-4,6											457	1305		1170

Примечание. При расположении выводной коробки слева и справа — 630 мм, при расположении выводной коробки сверху — 860 мм.

Технические данные двигателя

Напряжение, В	380
Частота тока, Гц	50
Максимальный момент, Н·м:	
при $2p = 6$	685
при $2p = 18$	785
Скольжение, %:	
при $2p = 6$	1,4
при $2p = 18$	3,5
Линейный ток статора в момент переключения $2p = 18$ на $2p = 6$, А	300

Режим работы двигателя — повторно-кратковременный S5. Двигатель обеспечивает работу по графику, приведенному ниже, при моменте инерции центрифуги незагруженной — 134,7 кг·м² и загруженной — 208,5 кг·м²:

Наименование периода цикла	Время, с
Разгон двигателя до частоты вращения 317 об/мин	17
Работа на частоте вращения 317 об/мин при загрузке центрифуги	12
Разгон двигателя до частоты вращения 980 об/мин	28
Работа на частоте вращения 980 об/мин	301
Торможение двигателя с рекуперацией электроэнергии путем переключения обмотки статора на 317 об/мин	12

Дотормаживание механическим

тормозом 60

Выгрузка и стоянка центрифуги 60

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателя показаны на рис. 24.30. Конструктивная форма исполнения — IM4011.

Среднее значение уровня звука на расстоянии 1 м от корпуса двигателя не должно превышать 91 дБ. Для двигателя, поставляемого на экспорт, скорректированный уровень звуковой мощности не должен превышать 104 дБ по ГОСТ 16372-84.

Сопротивление изоляции обмоток статора относительно корпуса и между обмотками должно быть не менее 2 мОм при рабочей температуре.

Допустимая вибрация двигателя соответствует классу 4,5 по ГОСТ 16921-83.

Двигатель имеет следующие показатели надежности:

Наработка на отказ, ч, не менее 20 000

Средний радиус до первого капитального ремонта, ч, не менее 25 000

Вероятность безотказной работы:

за 1000 ч 0,95

за 10 000 ч 0,75

Срок службы до списания, лет 15

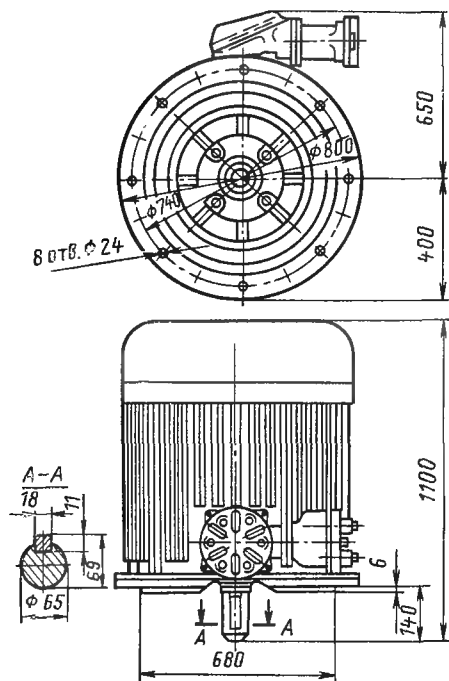


Рис. 24.30. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ВАО2-315/6/8

24.11.4. Двигатели серии ВАО2 мощностью 200—2000 кВт

Двигатели предназначены для привода мощных насосов, углесосов, вентиляторов, компрессоров и других механизмов в продолжительном режиме работы S1 в шахтах, опасных по газу и пыли, и во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно ПУЭ. Климатическое исполнение и категория размещения — по ГОСТ 15150-69.

Электродвигатели имеют форму исполнения по способу монтажа IM1001 по ГОСТ 2479-79 и предназначены для стационарной горизонтальной установки. По заказу потребителя электродвигатели изготавливаются как левого, так и правого направления вращения вала.

Электродвигатели типа ВАО2-450, 560 соответствуют ТУ16-528.313-85, ВАО2630 — ТУ16-528.287-84.

Двигатели соответствуют ГОСТ 22782.6-81 — электрооборудование взрывозащитное с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка». Исполнение элект-

родвигателей по взрывозащите — ВВ4В, Exd1 и IExdПВТ4 по ГОСТ 12.2.020-76.

Электродвигатели изготавливаются на номинальное напряжение 6 и 10 кВ при частоте питающей сети 50 Гц. По требованию заказчика они могут изготавливаться для работы от сети переменного тока частотой 60 Гц.

Двигатели выдерживают прямой пуск от сети с номинальным напряжением, а также при отклонениях напряжения и частоты, допускаемых ГОСТ 183-74. Изоляция обмоток электродвигателей — влагостойкая термореактивная класса нагревостойкости F с использованием по классу В. Основные технические данные электродвигателей приведены в табл. 24.52, габаритные и установочные размеры двигателей — в табл. 24.53.

Корпус статора двигателей — стальной, сварной, состоит из торцевых плит, между которыми установлены продольные ребра наружного цилиндра, обеспечивающего герметичность корпуса двигателя. В отверстиях торцевых плит развальцованы трубы теплообменника. В верхнем продольном ребре имеются два транспортных отверстия.

Сердечник ротора двигателя с $2p = 2$ имеет непосредственную посадку на вал, двигателя с $2p \geq 4$ — на оребренный вал. По обе стороны ротора установлены вентиляторы.

В подшипниковых щитах установлены баллоны с термосигнализаторами, предназначенные для контроля температуры и защиты подшипников от перегрева. На подшипниковом щите со стороны выступающего конца вала закреплена стрелка, указывающая направление вращения вала.

Внутри корпуса коробки выводов расположены три токоведущих жажима на фарфоровых изоляторах. Коробка выводов позволяет вводить бронированные кабели с медными или алюминиевыми жилами с сухой разделкой или заливкой кабельной массой.

Охлаждение двигателя — воздушное, с радиально-согласной системой внутренней циркуляции воздуха с разделенной лобовой частью, служащей для разделения потоков внутреннего воздуха.

Внешняя система охлаждения представлена распределенным по периметру сердечника статора трубчатым воздухоохладителем, по трубам которого продувается воздух от наружного вентилятора.

Двигатели — климатического исполнения У, категорий 2,5 имеют следующие показатели надежности: наработка на отказ — не менее 33 000 ч при условии замены подшипников через 10 000 ч; средний ресурс

Таблица 24.52. Технические данные двигателей ВАО2 мощностью 200—2000 кВт

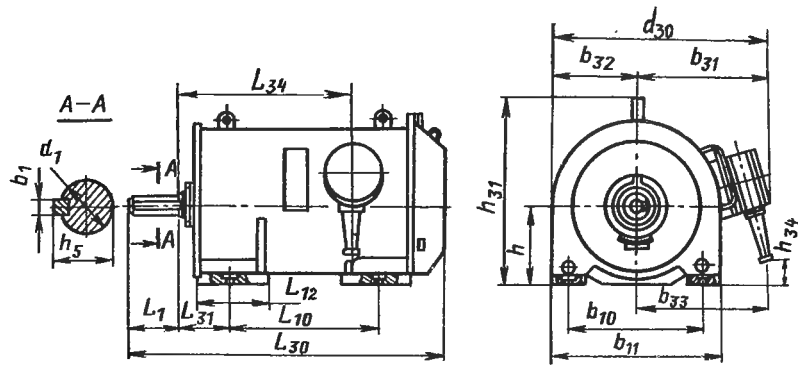
Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	$n_{\text{с}}^*$, об/мин	КПД, %	$\cos\varphi$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{ном}}}$	$s, \%$
ВАО2-450S-2	200	6000	$\frac{3000}{3600}$	$\frac{94,1}{93,6}$	0,9	1,1	2,9	6,5	0,8
ВАО2-450М-2	250	6000	$\frac{3000}{3600}$	$\frac{94,3}{93,8}$	0,9	1,1	2,9	6,5	0,9
ВАО2-450LA-2	315	6000	$\frac{3000}{3600}$	$\frac{94,4}{93,9}$	0,91	1,1	2,9	6,5	1
ВАО2-450LB-2	400	6000	$\frac{3000}{3600}$	$\frac{94,9}{94,4}$	0,91	1,1	2,9	6,5	1,1
ВАО2-450S-4	200	6000	$\frac{1500}{1800}$	93,7	0,88	1,2	2,5	6	1,3
ВАО2-450М-4	250	6000	$\frac{1500}{1800}$	94,3	0,88	1,2	2,5	6	1,3
ВАО2-450LA-4	315	6000	$\frac{1500}{1800}$	95,0	0,89	1,2	2,5	6	1,4
ВАО2-450LB-4	400	6000	$\frac{1500}{1800}$	95,2	0,89	1,2	2,5	6	1,5
ВАО2-450М-6	200	6000	$\frac{1000}{1200}$	93,7	0,83	1,1	2,2	5,5	1
ВАО2-450LA-6	250	6000	$\frac{1000}{1200}$	94,2	0,84	1,1	2,2	5,5	1
ВАО2-450LB-6	315	6000	$\frac{1000}{1200}$	94,7	0,84	1,1	2,2	5,5	1,1
ВАО2-450LA-8	200	6000	$\frac{750}{900}$	93,4	0,79	1	2	5,5	1,1
ВАО2-450LB-8	250	6000	$\frac{750}{900}$	94	0,79	1	2	5,5	1,1
ВАО2-560S-4	500	6000	$\frac{1500}{1800}$	95	0,9	1,3	2,5	6,5	0,9
ВАО2-560М-4	630	6000	$\frac{1500}{1800}$	95,5	0,9	1,3	2,5	6,5	0,9
ВАО2-560LA-4	800	6000	$\frac{1500}{1800}$	95,7	0,9	1,3	2,5	6,5	0,9
	630	10 000	1500	94,9					0,8
ВАО2-560LB-4	1000	6000	$\frac{1500}{1800}$	96	0,9	1,3	2,5	6,5	0,8
	800	10 000	1500	95,4					0,7
ВАО2-560S-6	400	6000	$\frac{1000}{1200}$	94,8	0,83	1,1	2,2	5,5	0,7
ВАО2-560М-6	500	6000	$\frac{1000}{1200}$	95,2	0,84	1,1	2,2	5,5	0,7

Продолжение табл. 24.52

Тип двигателя	$P_{2\text{НОМ}}$, кВт	$U_{\text{НОМ}}$, В	$n_{\text{с}}^*$, об/мин	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{НОМ}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{НОМ}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{НОМ}}}$	s , %
BAO-560LA-6	630	6000	$\frac{1000}{1200}$	95,3	0,84	1,1	2,2	5,5	0,7
BAO2-560LB-6	800	6000	$\frac{1000}{1200}$	95,5	0,85	1,1	2,2	5,5	0,6
BAO2-560S-8	315	6000	$\frac{750}{900}$	94,7	0,78	1	2,2	5,5	0,7
BAO2-560M-8	400	6000	$\frac{750}{900}$	95,0	0,78	1	2,2	5,5	0,7
BAO2-560LA-8	500	6000	$\frac{750}{900}$	95,2	0,79	1	2,2	5,5	0,6
BAO2-560LB-8	630	6000	$\frac{750}{900}$	95,5	0,79	1	2,2	5,5	0,6
BAO2-630S-4	1250	6000	$\frac{1500}{1800}$	96,0	0,9	1,1	2,3	6,0	0,7
	1000	10 000	$\frac{1500}{1800}$	95,6	0,9	1,1	2,3	6,5	0,7
BAO2-630M-4	1600	6000	$\frac{1500}{1800}$	96,4	0,9	1,1	2,3	6,0	0,7
	1250	10 000	$\frac{1500}{1800}$	95,9	0,9	1,1	2,3	6,5	0,7
BAO2-630L-4	2000	6000	$\frac{1500}{1800}$	96,6	0,9	1,1	2,3	6,0	0,7
	1600	10 000	$\frac{1500}{1800}$	96,1	0,9	1,1	2,3	6,5	0,7
BAO2-630S-6	1000	6000	$\frac{1000}{1200}$	96,2	0,9	1,5	2,4	6,3	0,6
BAO2-630M-6	1250	6000	$\frac{1000}{1200}$	96,3	0,9	1,4	2,3	5,9	0,7
BAO2-630S-8	800	6000	$\frac{750}{900}$	95,9	0,87	1,3	1,9	5,1	0,8
BAO2-630M-8	1000	6000	$\frac{750}{900}$	96,0	0,87	1,5	2,1	5,7	0,7

* В числителе дроби указана частота вращения двигателей при частоте тока сети 50 Гц.
в знаменателе — при 60 Гц.

Таблица 24.53. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей БАО2 мощностью 200—2000 кВт



Тип двигателя	$U_{\text{НОМ}}, \text{В}$	L_1	L_{12}	L_{31}	L_{10}	L_{30}	L_{34}	d_1	d_{30}^*	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{31}	b_{33}	h	h_5	h_{31}	h_{34}	Масса, кг							
BAO2-450S-2 BAO2-450M-2	6000	140	300	315	560	1360 1410	748 738	70** 60	910	20	750	900	763	697	450	74,5** 64,5	1010	75	1760 1800							
BAO2-450LA-2 BAO2-450LB-2					710	1490 1620	898 948												2050 2330							
BAO2-450S-4		210			300	315	630	1525	790	100			906	28		750	900	735	720	106	1000	290	1800			
BAO2-450M-4 BAO2-450LA-4							710	1585 1705	850 970														1950 2300			
BAO2-450LB-4							800	1835	1100				970					765	750				2650			
BAO2-450M-6 BAO2-450LA-6							710	1605 1725	870 990	100			906					735	720				2050 2500			
BAO2-450LB-6 BAO2-450LA-8 BAO2-450LB-8							800 710 800	1855 1705 1835	1120 970 1100									765 765	750 750				2750 2600 2800			
BAO2-560S-4 BAO2-560M-4										630 710			1675 1745					855 925	110				1120	32	950	1130

Тип двигателя	$U_{\text{ном}} \cdot B$	L_1	L_{12}	L_{31}	L_{10}	L_{30}	L_{34}	d_1	d_{30}^*	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{31}	b_{33}	h	h_5	h_{31}	h_{34}	Мас- са, кг
BAO2-560LA-4	6000 10 000	210	350	355	800	1865	1045	110	1210	32	950	1130	880 1040	855 1010	560	117	1280	465 490	4000 4050
BAO2-560LB-4	6000 10 000				900	2045	1215		1300				920 1080	890 1045			1320	480 505	4900 4950
BAO2-560S-6 BAO2-560M-6	6000				630 710	1675 1745	855 925		1120				840	815			1240	445	3400 3800
BAO2-560LA-6 BAO2-560LB-6					800 900	1865 2045	1045 1215		1210 1300				880 920	865 890			1280 1320	465 480	4500 5600
BAO2-560S-8 BAO2-560M-8					630 710	1605 1745	765 925		1120				840	815			1240	445	3500 3900
BAO2-560LA-8 BAO2-560LB-8					800 900	1865 2045	1045 1215		1210 1300				880 920	855 890			1280 1320	465 480	4600 5700
BAO2-630S-4	6000 10 000	250	450	375	1000	2245	1252	140	720	36	1250	1440	981 1150	953 1164	630	156	1490	585 538	7200 7250
BAO2-630M-4	6000 10 000				1120	2375	1382		981 1150				953 1164	1490			585 538	7900 7950	
BAO2-630L-4	6000 10 000				1250	2585	1592		760			1520	1020 1190	993 1200			1530	603 555	9300 9350
BAO2-630S-6 BAO2-630M-6	6000				1120 1250	2263 2483	1370 1590		720			1440	985	1170			1490	500	7100 8200
BAO2-630S-8 BAO2-630M-8					1120 1250	2253 2473	1370 1590		680			1404	970	1134			1450	490	7100 8100

* Для двигателей BAO2-630 указан размер b_{32} .

** В числителе указан размер для двигателей с частотой тока сети 50 Гц, в знаменателе — 60 Гц.

до первого капитального ремонта — не менее 60 000 ч для исполнения РВ4В, ExdI, не менее 80 000 ч — для исполнения IExdПВТ4; срок службы до списания — не менее 20 лет.

Предельные значения средних уровней звука должны соответствовать требованиям 1-го класса, а для двигателей поставляемых на экспорт, скорректированный уровень звуковой мощности должен соответствовать требованиям 2-го класса по ГОСТ 16372-84.

24.12. Асинхронные взрывозащитные двигатели «Украина»

Двигатели с фазным ротором «Украина» предназначены для стационарных установок в угольной промышленности, в том числе в шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли, в продолжительном режиме работы S1 по ГОСТ 183-74.

Конструктивное исполнение — IM1001 по ГОСТ 2479-79.

Двигатели соответствуют ТУ16-510.458—76, Исполнение двигателей по взрывозащите — РВ4В в соответствии с ПИВРЭ.

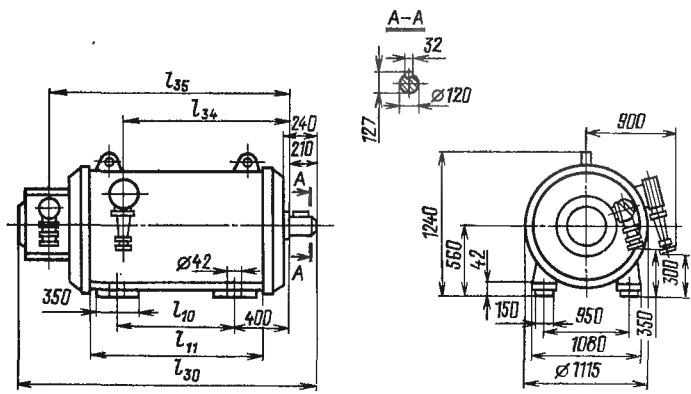
Двигатели предназначены для работы от сети переменного тока напряжением 6000 В, частотой 50 Гц и допускают прямой пуск от сети с номинальным напряжением, а также при понижении напряжения до $0,85U_{ном}$, номинальная частота вращения — 985 об/мин.

Двигатели работают с постоянно налегающими щетками, допускают правое и левое вращение, а также изменение направления вращения под нагрузкой. Пуск и изменение направления вращения двигателей производится с введенным в ротор добавочным сопротивлением, ограничивающим ток статора до значения не более двойного номинального тока. По требованию заказчика двигатели могут изготавливаться на номинальное напряжение 3000 В.

Таблица 24.54. Технические данные двигателей «Украина»

Тип двигателя	$P_{2ном},$ кВт	Ток статора, А	КПД, %	$\cos\phi$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	Напря- жение ротора, В	Ток ротора, А	Момент инерции ротора, кгм ²
«Украина» 560S-6ФУ5	315	39	92,5	0,85	2,5	520	370	40,5
«Украина» 560М-6ФУ5	400	48	93	0,86	2,5	620	390	46
«Украина» 560L-6ФУ5	500	60	93,5	0,86	2,5	760	400	54,3

Таблица 24.55. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей «Украина»



Тип двигателя	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{34}	l_{35}	Масса, кг
«Украина» 560S-6ФУ5	800	1130	2330	1205	1455	3880
«Украина» 560М-6ФУ5	900	1205	2405	1280	1530	4180
«Украина» 560L-6ФУ5	1000	1325	2525	1400	1650	4620

Изоляция обмоток двигателей — влагостойкая, относящаяся по нагревостойкости для статора к классу В, для ротора — к классу F. Основные технические данные электродвигателей приведены в табл. 24.54, габаритные и установочные размеры двигателей — в табл. 24.55.

Корпус статора представляет собой сварную жесткую конструкцию, изготовленную из листовой стали. Жесткость конструкции обеспечивается рациональным расположением ребер между внутренним и наружным цилиндрами, а также наличием распределенного теплообменника.

Обмотка ротора — двухслойная стержневая. Лобовые части обмотки укреплены бандажем из стеклоленты, пазовые части — клиньями. Двигатели выполнены на подшипниках качения.

Подшипниковые крышки имеют отверстия для установки датчиков контроля температуры подшипников.

Внутри корпуса коробки выводов статора установлены три силовых зажима на изоляторах. Коробка выводов позволяет ввести бронированные кабели с медными жилами с сухой разделкой или заливкой компаундом. Конструкция коробки выводов ротора аналогична конструкции коробки выводов статора, контактные кольца электродвигателей расположены во взрывобезопасном корпусе. Крышка корпуса имеет блокировку, обеспечивающую безопасность при разработке двигателя.

Охлаждение электродвигателей — воздушное, с радиально-согласной циркуляцией внутреннего воздуха. Внешняя система охлаждения состоит из распределенного по периметру статора трубчатого теплообменника, по трубам которого продувается воздух от наружного вентилятора.

Двигатели имеют следующие показатели надежности: наработка на отказ — не менее 33 000 ч; средний ресурс до первого капитального ремонта — не менее 57 000; обмотка статора в условиях эксплуатации ремонту не подлежит; срок службы до списания — не менее 20 лет.

Допустимый уровень шума двигателей соответствует ГОСТ 16372-84 класса 1.

24.13. Асинхронные

взрывозащищенные двигатели типа 2АЗМВ1

Двигатели предназначены для продолжительного режима работы S1 в качестве привода насосов, компрессоров, нагнетателей

и других быстроходных механизмов и для повторно-кратковременного режима работы S3 при ПВ = 40 %, длительностью цикла не менее 5 ч в качестве привода насосов, момент сопротивления которых в зависимости от частоты вращения изменяется квадратично от $0,2M_{ном}$ до $0,8M_{ном}$.

Двигатели предназначены для работы во взрывоопасных помещениях всех классов согласно классификации ПУЭ.

Исполнение по взрывозащите — РВ4В (ExdI) и IExdIIB-T4 по ГОСТ 12.2.020-76.

Вид климатического исполнения — У, категория размещения 5 по ГОСТ 15150-69.

В условном обозначении двигателей: первая цифра 2 — порядковый номер буквы; А — асинхронный; 3 — замкнутая система вентиляции; М — с нормальным пусковым моментом; В — взрывонепроницаемая оболочка; цифра 1 — подшипники скольжения; далее следует мощность, кВт, и напряжение, В.

Двигатели мощностью 500, 630 кВт соответствуют ТУ 16-510.428-82; двигатели мощностью 800, 1000, 1250 кВт — ТУ 16-510.363-78, мощностью 1600 и 2000 кВт — ТУ 16-510.779-81.

Двигатели имеют конструктивное исполнение IM1001 по ГОСТ 2479-79 и правое направление вращения. По требованию заказчика двигатели могут быть выполнены с левым направлением вращения.

Двигатели — двухполюсные на номинальное напряжение 6 кВ при частоте питающей сети 50 Гц. Они допускают прямой пуск от полного напряжения сети.

Изоляция обмотки статора выполнена на терморезистивных связующих; нагревостойкость изоляции — класса F с превышением температуры, соответствующим классу В.

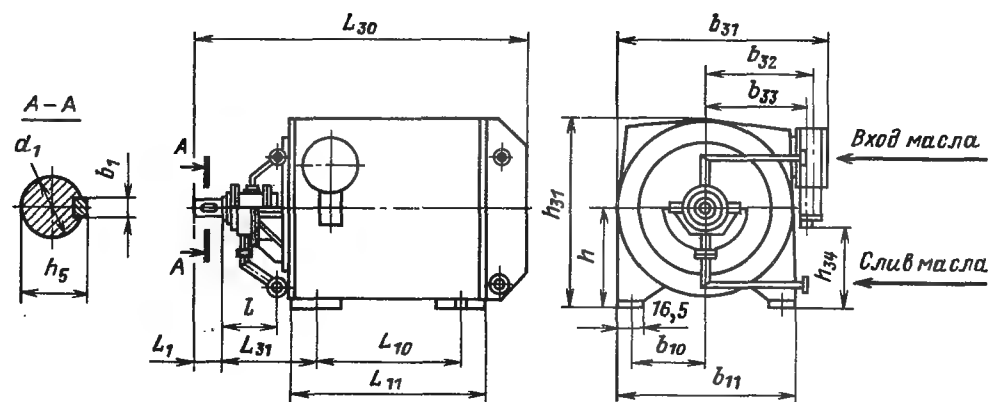
Основные технические данные двигателей приведены в табл. 24.56, габаритные и установочные размеры — в табл. 24.57.

Электродвигатели (рис. 24.31) изготовляются в замкнутом исполнении с замкнутой системой вентиляции, имеют встроенный воздухо-воздушный охладитель. Воздух, циркулирующий внутри двигателя, охлаждается воздухом окружающей среды. Наружный вентилятор, установленный на нерабочем конце вала, обеспечивает расход воздуха окружающей среды по трубкам охладителя. Внутренняя система вентиляции машин — аксиальная симметричная. Воздух омывает надпазовые каналы статора, аксиальные каналы спинки статора и лобовые части обмотки и затем поступает в охладитель.

Таблица 24.56. Технические данные двигателей 2А3МВ1

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}},$ кВт	$s, \%$	КПД, %	$\cos\varphi$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{H}}}$
2АЗМВ1-500/6000У5	500	0,7	94,8	0,89	0,85	2,4	5,7
2АЗМВ1-630/6000У5	630	0,7	95,3	0,9	0,85	2,4	5,7
2АЗМВ1-800/6000У5	800	0,7	95,3	0,9	0,9	2,5	6
2АЗМВ1-1000/6000У5	1000	0,6	95,9	0,9	1,0	2,8	6,5
2АЗМВ1-1250/6000У5	1250	0,6	96,1	0,89	1,0	2,7	6,5
2АЗМВ1-1600/6000У5	1600	0,7	96,1	0,9	0,8	2,6	6
2АЗМВ1-2000/6000У5	2000	0,7	96,4	0,9	0,9	2,8	6,5

Таблица 24.57. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей 2АЗМВ1



Тип двигателя	l	d_1	L_1	L_{10}	L_{11}	L_{30}	L_{31}	h	h_5	h_{31}	h_{34}	b_1	b_{10}	b_{11}	b_{31}	b_{32}	b_{33}	Мас- са, кг
2А3МВ1-500/6000У5	279	80	170	900	1306	2350	560	560	85	1096	330	22	475	1070	1467	924	632	3850
2А3МВ1-630/6000У5				1000	1396	2440												4170
2А3МВ1-800/6000У5	132	100	210	1000	1410	2167	425	630	106	1250	478	28	530	1250	1630	855	670	5620
2А3МВ1-1000/6000У5				1120	1560	2315												6470
2А3МВ1-1250/6000У5				1250	1670	2425												7090
2А3МВ1-1600/6000У5	260	125	210	1250	1667	2712	560	710	130	1410	626	32	560	1400	1760	895	810	8700
2А3МВ1-2000/6000У5				1400	1847	2892												9208

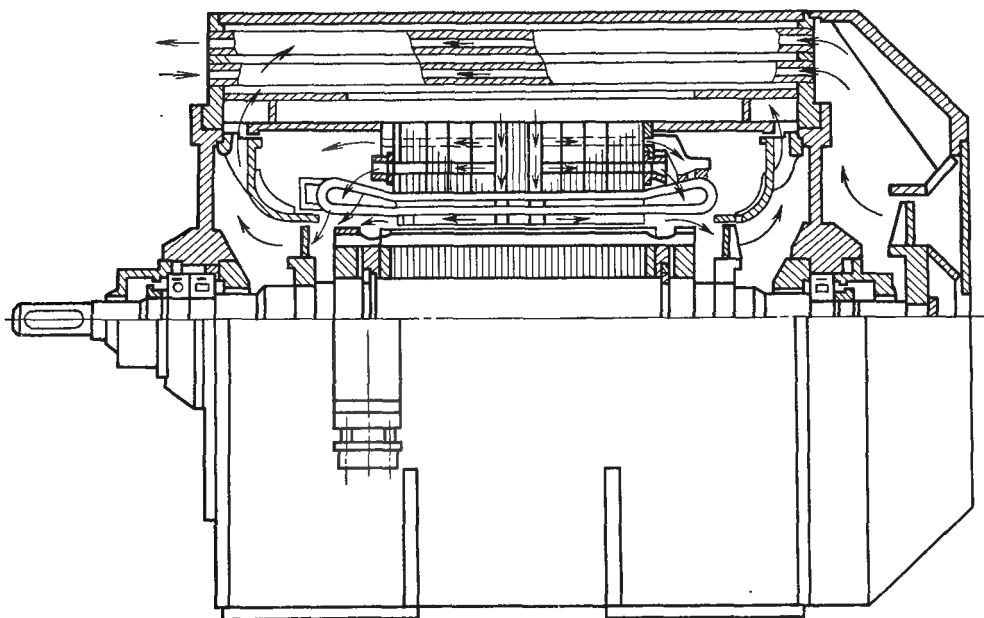


Рис. 24.31. Продольный разрез двигателя 2А3МВ1. Стрелками указано направление движения охлаждающего воздуха (два контура)

Корпус статора — стальной, сварной, состоит из двух плит, соединенных между собой продольными ребрами, наружного и внутреннего цилиндра, приваренных к плитам и ребрам.

Наружный и внутренний цилиндры и ребра образуют пространственные камеры, в которых вдоль статора установлены трубки охладителя. Во внутреннем цилиндре для обеспечения вентиляции выполнены окна.

Сердечник статора удерживается в запрессованном состоянии стяжками, приваренными к нажимным кольцам, Пазы статора — открытые, углубленные для образования надпазовых вентиляционных каналов.

Стержни короткозамкнутой обмотки ротора выполнены из профильной меди и впаяны твердым припоем в пазы короткозамыкающих колец.

Щиты — подшипниковые стальные, сварные, имеют отжимные резьбовые отверстия. Подшипниковые узлы — щитовые с подшипниками скольжения. Нижняя половина вкладыша залита баббитом Б-83, верхняя — баббитом Б-16. Посадка вкладыша в корпус подшипника — шаровая. Смазка подшипников — принудительная, под избыточным давлением 30—50 кПа. Расход масла на два подшипника $0,27 \cdot 10^{-3}$ м³/с. Для обеспечения кратковременной (до 10 мин) работы двигателя при прекращении принудительной

циркуляции масла подшипники снабжены смазочными кольцами, свободно висящими на валу ротора.

На корпусе статора расположена сварная коробка выводов, внутри корпуса которой расположены три силовых зажима на фарфоровых изоляторах. Муфта коробки рассчитана на ввод бронированного кабеля с алюминиевыми жилами или медными жилами с сухой разделкой или заливкой кабельной массой.

Электродвигатели имеют следующие показатели надежности:

при использовании в режиме S1 — срок службы 20 лет при среднегодовой наработке 5000 ч; средний ресурс до первого капитального ремонта 30 000 ч, но не менее 1000 пусков с механизмами, с которыми время пуска равно времени пуска двигателя с максимально допустимым эквивалентным маховым моментом согласно ТУ или не менее 5000 пусков с насосами; наработка на отказ — не менее 15 000 ч;

при использовании в режиме S3 — срок службы 20 лет при среднегодовой наработке 2000 ч, средний ресурс до первого капитального ремонта 10 000 ч, но не менее 5000 пусков.

Уровень шума электродвигателей соответствует нормам, установленным ГОСТ 16372-84 для класса 1.

24.14. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии В, ВР

Серия взрывозащищенных асинхронных двигателей В(ВР) охватывает диапазон мощностей от 0,25 до 110 кВт. Двигатели имеют основное исполнение и ряд модификаций, различающихся техническими данными, особенностями конструкции и уровнем взрывозащиты.

Структура условного обозначения двигателей серии: В — наименование серии (взрывозащищенные); далее следуют буквы, определяющие область применения и основное назначение двигателей; после букв через дефис обозначаются высота оси вращения, мм, 64 условная длина стали сердечника (при малых высотах оси вращения — буквы А или В, при больших — буквы S, М или L) и число полюсов двигателя.

Расшифровка буквенных условных обозначений приводится далее в технических описаниях двигателей каждой из модификаций серии.

24.14.1. Двигатели серий В, ВР основного исполнения

Двигатели предназначены для работы в шахтах, помещениях и наружных установках, опасных по газу (метану) или угольной пыли. Электродвигатели имеют исполнение по взрывозащите РВЗВ. Они могут эксплуатироваться в районах с умеренным, тропическим или холодным климатом и выпускаются в климатических исполнениях У, Т или ХЛ категории 5 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70.

Двигатели соответствуют ГОСТ 23111-78. Исполнения, обозначаемые В, ВР, приняты основными в серии (буква Р обозначает рудничное исполнение).

Номинальный режим работы двигателей — S1. Исполнение двигателей по степени защиты — IP54, наружных вентиляторов — IP20. Конструктивное исполнение по ГОСТ 2479-79 приведено ниже:

Тип двигателей	Конструктивное исполнение	
В63-80, ВР63-80 . . .	IM1281, IM4481	M9881 *
В90-132, ВР90-132 . .	IM1081, IM3081	IM2081,
В160-180, ВР160-180 .	IM1081, IM4081	M9781 *,

В200-280, ВР200-280 IM1001, M9701 **, IM4001, IM4011

* На лапах с двумя подшипниковыми шитами с фланцем на станине со стороны конца вала для работы в любом пространственном положении.

** То же для работы в горизонтальном положении.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.58. Двигатели (рис. 24.32) имеют короткозамкнутый ротор. Станины двигателей В, ВР63-100 выполнены из чугуна, В, ВР112-280 — из стали. Станины двигателей В, ВР80-280 рис. 24.38 имеют продольные охлаждающие ребра.

Обмотки статоров двухполюсных двигателей ВР200-280, четырехполюсных ВР180-280, шести- и восьмиполюсных двигателей выполняются из прямоугольного провода, обмотки остальных двигателей — из круглого. Обмотки двигателей В, ВР63-132 имеют изоляцию, соответствующую по нагревостойкости классу В; В, ВР160-225 — классу Н; В, ВР250-280 — классу F по ГОСТ 8865-70. Двигатели ВР112-280 имеют встроенную температурную защиту.

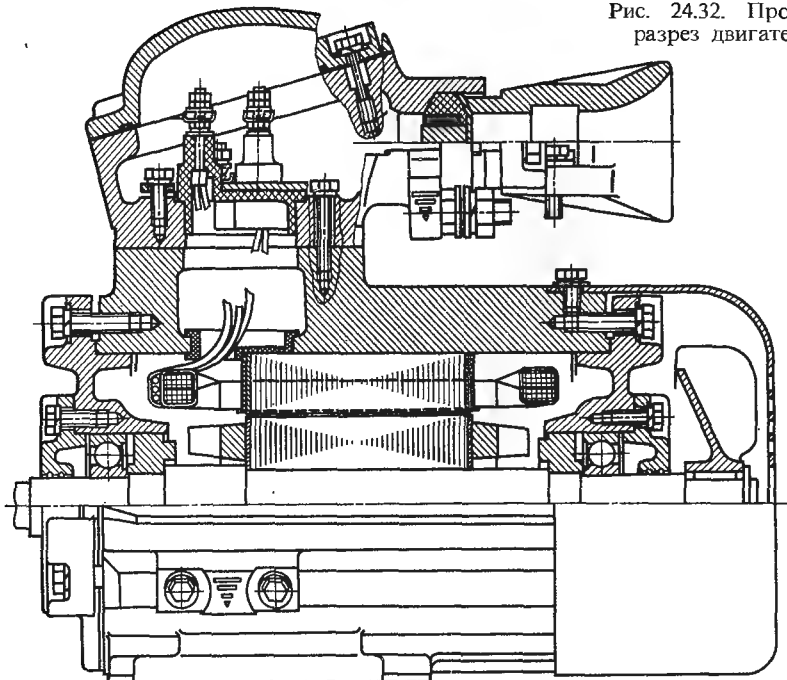
Вентиляторы наружного обдува отлиты из цинкованного сплава марки ЦАМ, исключаяющего воспламенение окружающих взрывоопасных смесей при трении или соударении вентиляторов с другими частями.

Кожухи двигателей — стальные, крепятся к станинам болтами.

Коробки выводов двигателей В, ВР63-225 для монтажных форм исполнения с лапами расположены сверху станины, двигателей В, ВР250-280 — сирава, если смотреть со стороны привода. Предусмотрена возможность поворота коробок на угол, кратный 90°.

В коробке выводов для двигателей серии В предусмотрены три проходные силовые шпильки. Подсоединение к сети возможно гибким или бронированным кабелем или отдельными проводами, прокладываемыми в водогазопроводных трубах и металлорукавах.

В коробке выводов для двигателей серии ВР предусмотрено шесть силовых проходных шпилек и три дополнительных для тепловой защиты и дистанционного управления. Силовые и дополнительные шпильки разделены перегородкой. Для ввода кабеля цепи управления предусмотрен дополнительный ввод. Подключение к сети может производиться гибким или бронированным кабелем только с медными жилами. Кабель уплотняется в муфте резиновыми кольцами. Внутри корпуса коробки имеется заземляющая шпилька для подсоединения заземляющей жилы кабе-



ля, а снаружи — заземляющий болт для заземления брони кабеля или трубы.

Пуск двигателя осуществляется прямым включением на полное напряжение питающей сети.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей приведены в табл. 24.59 — 24.65.

Класс вибрации двигателей серии В — по ГОСТ 19483-74, двигателей серии ВР указан ниже:

Высота оси вращения, мм Класс вибрации по
ГОСТ 16921-83

63 — 71	1,1
80 — 112	1,8
132 — 200	2,8
225 — 280	4,5

Допустимые значения средних уровней звука должны соответствовать 1-му классу по ГОСТ 16372-84.

Двигатели должны иметь показатели надежности, указанные в таблице:

Режим работы двигателя	Наработка на отказ, ч	Средний ресурс до первого капитального ремонта, ч	Вероятность безотказной работы за 1000 ч	Срок службы до списания, годы
S1	$\frac{30000}{20000}$	$\frac{40000}{30000}$	$\frac{0,96}{0,95}$	$\frac{15}{10}$
S2	$\frac{12000}{4500}$	$\frac{15000}{5000}$	$\frac{0,92}{-}$	$\frac{15}{10}$
S3	$\frac{15000}{10000}$	$\frac{20000}{12000}$	$\frac{0,93}{-}$	$\frac{6}{5}$
S4	$\frac{8000}{4500}$	$\frac{10000}{5000}$	$\frac{0,88}{-}$	$\frac{5}{3}$
S6	$\frac{15000}{10000}$	$\frac{20000}{12000}$	$\frac{0,93}{-}$	$\frac{6}{5}$

Примечание. В числителе указаны показатели надежности двигателей серии В, в знаменателе — серии ВР.

Таблица 24.58. Технические данные двигателей В, ВР

Тип двигателя	$P_{2\text{НОМ}}$, кВт	КПД η , %	$\cos \varphi$	$s_{\text{НОМ}}$, %	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{НОМ}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{НОМ}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{НОМ}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{НОМ}}}$	Момент инерции ротора, кг · м ²
$n_c = 3000$ и 3600 об/мин									
В63А2, ВР63А	0,37	73	0,84	10	5	2,6	1,3	2,6	0,0006
В63В2, ВР63В2	0,55	76	0,85	10	5,9	3,2	1,3	2,6	0,0007
В71А2, ВР71А2	0,75	78	0,86	7	5,9	2,7	1,3	2,6	0,0011
В71В2, ВР71В2	1,1	80	0,87	7	5,3	2,7	1,3	2,7	0,0012
В80А2, ВР80А2	1,5	81	0,9	7	6	2,3	1,3	2,5	0,0022
В80В2, ВР80В2	2,2	83	0,91	7	6	2,3	1,3	2,5	0,0030
В90Л2, ВР90Л2	3	82,5	0,87	5,5	6	2	1,3	2,4	0,0049
В100С2, ВР100С2	4	84,5	0,87	4,3	6,7	2,1	1,3	2,5	0,0074
В100Л2, ВР100Л2	5,5	85	0,88	5,3	6,7	2,1	1,3	2,5	0,0098
В112М2, ВР112М2	7,5	88	0,88	4	7	2,2	1,3	2,8	0,015
В132М2, ВР132М2	11	88,5	0,87	3	7	2	1,3	2,8	0,037
В160С2, ВР160С2	15	89,5	0,89	2,6	6	1,8	1,3	2,5	0,0735
В160М2, ВР160М2	18,5	90	0,9	2,6	6	1,8	1,3	2,6	0,088
В180С2, ВР180С2	22	90	0,89	2	6	2	1,3	2,7	0,125
В180М2, ВР180М2	30	91	0,9	2,3	6	2	1,3	2,5	0,152
В200М2	37	91,5	0,86	1,6	6,5	2	1,2	2,6	0,258
ВР200М2	37	90,5	0,86	2	5,5	1,9	1,2	2,3	0,288
В200Л2	45	92,5	0,87	1,6	6,8	1,9	1,2	2,6	0,308
ВР200Л2	45	90	0,88	2	6,2	1,8	1,2	2,3	0,34
В225М2	45	92,5	0,89	1,7	6,5	1,8	1,2	2,6	0,39
ВР225М2	55	90,5	0,86	2,30	6,9	2,3	1,2	2,7	0,42
В250С2, ВР250С2	75	92	0,89	0,83	7	1,6	1,2	2,4	0,86
В250М2, ВР250М2	90	92	0,9	0,83	7	1,6	1,2	2,6	1,08
В280С2, ВР280С2	110	93	0,89	1,25	7	1,6	1,1	3	1,35

 $n_c = 1500$ и 1800 об/мин

В63А4, ВР63А4	0,25	70	0,75	10	4,1	1,9	1,3	2,2	0,0007
В63В4, ВР63В4	0,37	71	0,76	10	4,1	1,8	1,3	2,2	0,001
В71А4, ВР71А4	0,55	74	0,77	10	4,1	1,9	1,3	2,2	0,0015
В71В4, ВР71В4	0,75	76	0,77	7	4,4	1,9	1,3	2,2	0,0023
В80А4, ВР80А4	1,1	79	0,8	7	5,1	1,8	1,3	2,2	0,0032
В80В4, ВР80В4	1,5	80	0,8	7	5,1	1,8	1,3	2,2	0,0044
В90Л4, ВР90Л4	2,2	81	0,8	6,7	6	2	1,3	2,6	0,0074
В100С4, ВР100С4	3	81,5	0,8	4,7	5,8	1,9	1,3	2,5	0,012
В100Л4, ВР100Л4	4	84	0,82	4,9	5,8	2,0	1,3	2,5	0,015
В112М4, ВР112М4	5,5	86,5	0,83	4	7	2,3	1,3	2,8	0,025
В132С4, ВР132С4	7,5	89	0,85	3,33	7	2,3	1,3	3	0,059
В132М4, ВР132М4	11	89	0,84	3,33	7	2,3	1,3	3	0,074
В160С4, ВР160С4	15	90	0,84	2,5	6,5	2,2	1,3	2,6	0,142
В160М4, ВР160М4	18,5	90,5	0,85	2,6	6,5	2,2	1,3	2,6	0,174
В180С4	22	91	0,86	2,1	6,5	2	1,3	2,8	0,26
ВР180С4	22	88,5	0,87	2,3	5,7	2,1	1,3	2,3	0,29
В180М4	30	91	0,88	2,2	6,5	2	1,3	2,8	0,32
ВР180М4	30	89,5	0,87	2,6	5,7	2,1	1,3	2,3	0,35
В200М4	37	92,5	0,89	2	6	1,8	1,3	2,5	0,44
ВР200М4	37	90,5	0,87	2,3	6,1	2,2	1,5	2,6	0,47
В200Л4	45	92,5	0,88	2,3	6,7	2,1	1,5	2,8	0,51
ВР200Л4	45	91,5	0,87	2,3	6,3	2,2	1,5	2,7	0,57
В225М4	55	93	0,89	1,6	6,5	1,7	1,2	2,5	0,8

Продолжение табл. 24.58

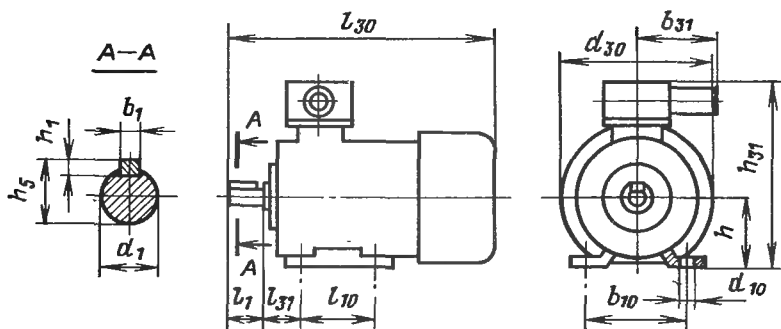
Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	КПД, η , %	$\cos \varphi$	$s_{\text{ном}}$, %	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг · м ²
BP225M4	55	91,5	0,85	2	6,1	2,1	1,5	2,3	0,85
B250S4, BP250S4	75	91,7	0,89	1	7	2	1,5	2,3	1,67
B250M4, BP250M4	90	92	0,9	1	7	2	1,5	2,3	1,96
B280S4, BP280S4	110	93,5	0,89	1	6,8	2	1,5	2,8	2,88

 $n_c = 1000$ и 1200 об/мин

B71A6, BP71A6	0,37	70	0,73	10	3,6	1,7	1,2	2	0,0022
B71B6, BP71B6	0,55	71	0,75	10	3,6	1,7	1,2	2	0,0027
B80A6, BP80A6	0,75	72	0,74	7	4,5	1,7	1,2	2	0,0044
B80B6, BP80B6	1,1	74	0,75	7	4,5	1,7	1,2	2	0,0059
B90L6, BP90L6	1,5	76,5	0,72	7	4,5	2,1	1,3	2,3	0,0075
B100L6, BP100L6	2,2	80	0,73	5	5,5	1,8	1,3	2,4	0,0196
B112MA6, BP112MA6	3	81	0,78	5	6	2	1,5	2,7	0,027
B112MB6, BP112MB6	4	83,5	0,78	4	6	2	1,5	2,7	0,034
B132S6, BP132S6	5,5	86	0,8	4	6,2	2,2	1,5	2,7	0,083
B132M6, BP132M6	7,5	86,5	0,8	4	6,5	2,4	1,5	2,7	0,1
B160S6, BP160S6	11	88	0,83	2,4	6,2	2	1,5	2,6	0,255
B160M6, BP160M6	15	88	0,86	2,7	6	2	1,5	2,5	0,32
B180M6, BP180M6	18,5	90	0,83	3	6	2	1,5	2,6	0,35
B200M6, BP200M6	22	91	0,89	2	6,2	2,2	1,5	2,5	0,8
B200L6, BP200L6	30	91	0,89	2	6,4	2	1,5	2,5	0,9
B225M6	37	91,5	0,88	2	6	1,5	1,2	2,2	1,28
BP225M6	37	90	0,87	2	6,3	2,1	1,5	2,4	1,43
B250S6, BP250S6	45	91,3	0,86	1,5	6	1,7	1,5	2,2	1,95
B250M6, BP250M6	55	92	0,86	1,4	6	2	1,5	2,4	2,35
B280S6, BP280S6	75	93	0,85	1,3	5,8	1,6	1,2	2,5	3,58
B280M6, BP280M6	90	93	0,86	1,4	5,8	1,6	1,2	2,5	4,18

 $n_c = 750$ и 900 об/мин

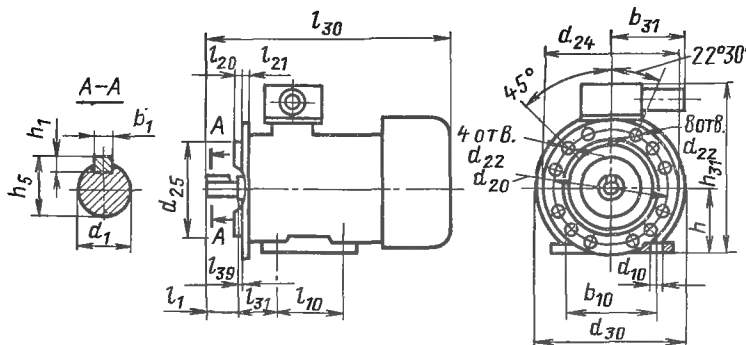
B112M8, BP112M8	3	81	0,7	6,67	4,9	1,9	1,5	2,4	0,034
B132S8, BP132S8	4	84	0,7	5,33	4,9	1,8	1,5	2,3	0,076
B132M8, BP132M8	5,5	84,8	0,7	5,33	4,9	1,8	1,5	2,4	0,083
B160S8, BP160S8	7,5	86	0,76	2,5	5,5	2	1,4	2,5	0,255
B160M8, BP160M8	11	86	0,77	2,7	5,5	2	1,4	2,5	0,32
B180M8, BP180M8	15	88	0,76	3,5	4,6	2	1,4	2,2	0,35
B200M8, BP200M8	18,5	89,5	0,81	2	5,6	2,1	1,4	2,4	0,8
B200L8, BP200L8	22	89,5	0,82	2,2	5,7	2,2	1,4	2,4	0,9
B225M8	30	91	0,81	2	5,7	1,6	1,2	2,2	1,28
BP225M8	30	89	0,79	2	5,1	1,8	1,3	2,1	1,43
B250S8, BP250S8	37	90,2	0,78	2	5	1,7	1,3	2	1,96
B250M8, BP250M8	45	90,7	0,78	2	5	1,8	1,3	2	2,35
B280S8, BP280S8	55	92,2	0,82	1,4	5,5	1,6	1	2,5	4,05
B280M8, BP280M8	75	92,4	0,83	1,6	5,5	1,6	1	2,5	4,69

Таблица 24.59. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии В, ВР исполнений ИМ1281 ($h = 63 \times 80$ мм), ИМ1081 ($h = 90 \times 180$ мм)

Тип двигателя	Число полюсов	l_{30}	d_{30}	b_{31}	h_{31}	l_1	l_{10}	l_{31}	d_1	d_{10}	b_1	b_{10}	h	h_1	h_5	Масса, кг
В63А, ВР63А	2	275	155	145	225	30	80	40	14	7	5	100	63	5	16	18
В63В, ВР63В	4															17
В71В, ВР71В	2	305	170	145	240	40	90	45	19	7	6	112	71	6	21,5	22,8
	4, 6															22
В80А, ВР80А	2, 4, 6	350	190	190	260	50	100	50	22	10	6	125	80	6	24,5	28,8
В80В, ВР80В																31,7
В90Л, ВР90Л	2, 4, 6	460	220	170/240	355	50	125	56	24	10	8	140	90	7	27	62
В100S, ВР100S	2,4	515	242	170/240	375	60	112	63	28	12	8	160	100	7	31	77
В100Л, ВР100Л	2, 4, 6	540	242	170/240	375	60	140	63	28	12	8	160	100	7	31	77,5
В112М, ВР112М	2, 4, 6, 8	580	282	310/360	430	80	140	70	32	12	10	190	112	8	35	100/105
В132S, ВР132S	4, 6, 8	585	340	310/360	475	80	140	89	38	12	10	216	132	8	41	134/139
В160S, ВР160S	2	690	420	350/450	540	110	178	108	42	15	12	254	160	8	45	200/210
	4, 6, 8								48		14		9	51,5	220/240	
В160М, ВР160М	2	740	420	350/450	540	110	210	108	42	15	12	254	160	8	45	220/230
	4, 6, 8								48		14		9	51,5	250/260	
В180S, ВР180S	2	750	460	350/450	580	110	203	121	48	15	14	279	180	9	51,5	230/250
	4	750/840							55	16		10	59	280/320		
В180М, ВР180М	2	795	460	350/450	580	110	241	121	48		14			9	51,5	300/320
	4	795/890							55	15	16	279	180	10	59	315/355
	6, 8	795							55		16			10	59	315/325

Примечание. В числителе дроби указаны данные, относящиеся к двигателям серии В, в знаменателе — серии ВР.

Таблица 24.60. Габаритные, установочные-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии В, ВР исполнений IM9881 ($h = 63 \div 80$ мм), IM2081 ($h = 90 \div 132$ мм) и M9781 ($h = 160, 180$ мм)



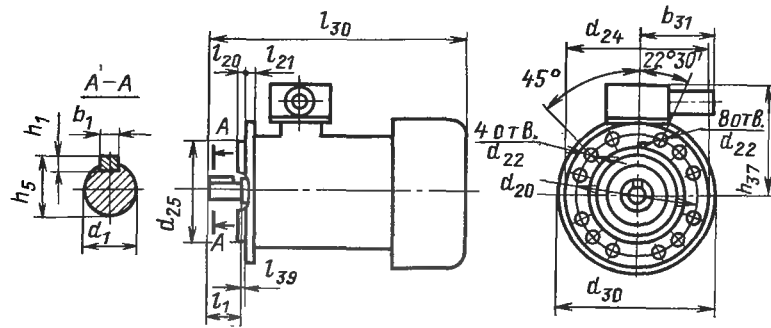
Тип двигателя	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_{31}	l_1	l_{10}	l_{20}	l_{21}	l_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	b_{10}	h	h_1	h_5	Число отверстий	Масса, кг
B63A, BP63A	2	275	160	155	145	225	30	80	3,5	10	40	14	7	130	10	110	5	100	63	5	16	4	19,5
	4																						18,5
B63B, BP63B	2, 4	275	160	155	145	225	30	80	3,5	10	40	14	7	130	10	110	5	100	63	5	16	4	20,5
B71A, BP71A	2	305	200	170	145	240	40	90	3,5	12	45	19	7	165	12	130	6	112	71	6	21,5	4	22,5
	4, 6																						22,3
B71B, BP71B	2	305	200	170	145	240	40	90	3,5	12	45	19	7	165	12	130	6	112	71	6	21,5	4	23,3
	4, 6																						22,5
B80A, BP80A	2, 4, 6	350	200	190	190	260	50	100	3,5	12	50	22	10	165	12	130	6	125	80	6	24,5	4	31
B80B, BP80B	2, 4, 6	350	200	190	190	260	50	100	3,5	12	50	22	10	165	12	130	6	125	80	6	24,5	4	34
B90L, BP90L	2, 4, 6	460	250	220	170/240	355	50	125	4	14	56	24	10	215	15	180	8	140	90	7	27	4	63

Тип двигателя	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_{31}	l_1	l_{10}	l_{20}	l_{21}	l_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	b_{10}	h	h_1	h_5	Число отверстий	Масса, кг
B100S, BP100S	2,4	515	250	242	170/240	375	60	112	4	14	63	28	12	215	15	180	8	160	100	7	31	4	78
B100L, BP100L	2, 4, 6	540						140															78,5
B112M, BP112M	2, 4, 6 8	580	300	282	310/360	430	80	140	4	16	70	32	12	265	15	230	10	190	112	8	35	4	105/110
B132S, BP132S	4, 6, 8	585	350	340	310/360	475	80	140	5	18	89	38	12	300	19	250	10	216	132	8	41	4	142/147
B132M, BP132M	2, 4, 6, 8	620						178															151/156
B160S, BP160S	2	690	400	420	350/450	540	110	178	5	40	108	42	15	350	19	300	12	254	160	8	45	4	220/230
	4, 6, 8											48					14			9	51,5		240/260
B160M, BP160M	2	740	400	420	350/450	540	110	210	5	40	108	42	15	350	19	300	12	254	180	8	45	4	240/250
	4, 6, 8											48					14			9	51,5		270/280
B180S, BP180S	2	750	450	460	350/450	580	110	203	5	50	121	42	15	400	19	350	14	279	180	9	51,5	8	260/280
	4	750/840										55					16			10	59		310/350
B180M, BP180M	2	795	450	460	350/450	580	110	241	5	50	121	48	15	400	19	350	14	279	180	9	51,5	8	330/350
	4	795/890										55					16			10	59		345/390
	6,8	795										55					16			10	59		345/360

Примечания: 1. См. примечание к табл. 24.59.

2. $l_{30} = 0$.

Таблица 24.61. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии В, ВР исполнения ИМ4481 ($h = 63 \div 80$ мм), ИМ3081 ($h = 90 \div 132$ мм) и ИМ4081 ($h = 160$ и 180 мм)

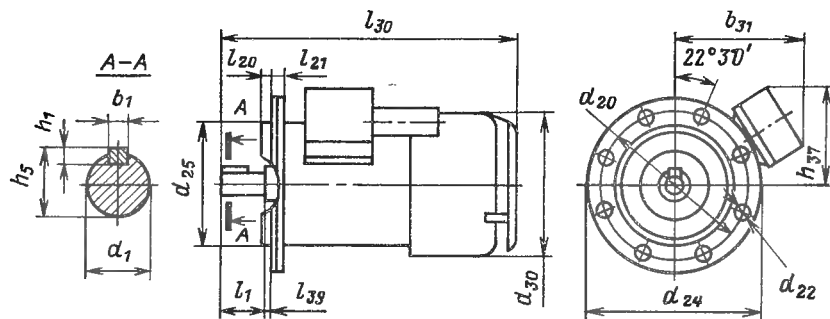


Тип двигателя	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_{37}	l_1	l_{20}	l_{21}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	h_1	h_5	Число отверстий	Масса, кг
В63А, ВР63А	2	275	160	155	145	162	30	3,5	10	14	130	10	110	5	5	16	4	19
	4																	18
В63В, ВР63В	2, 4	275	160	155	145	162	30	3,5	10	14	130	10	110	5	5	16	4	20
В71А, ВР71А	2	305	200	170	145	170	40	3,5	12	19	165	12	130	6	6	21,5	4	22,5
	4, 6																	22
В71В, ВР71В	2	305	200	170	145	170	40	3,5	12	19	165	12	130	6	6	21,5	4	23
	4, 6																	22,2
В80А, ВР80А	2, 4, 6	350	200	190	190	175	50	3,5	12	22	165	12	130	6	6	24,5	4	30
В80В, ВР80В	2, 4, 6	350	200	190	190	175	50	3,5	12	22	165	12	130	6	6	24,5	4	33
В90Л, ВР90Л	2, 4, 6	460	250	220	170/240	265	50	4	14	24	215	15	180	6	7	27	4	62
В100S, ВР100S В100L, ВР100L	2, 4	515	250	242	170/240	275	60	4	14	28	215	15	180	8	7	31	4	77
	2, 4, 6	540																71,5

Тип двигателя	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_{37}	l_1	l_{20}	l_{21}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	h_1	h_5	Число отверстий	Масса, кг
В112М, ВР112М	2, 4, 6, 8	580	300	282	310/360	318	80	4	16	32	265	15	230	8	7	31	4	103/108
В132S, ВР132S	4, 6, 8	585	350	340	310/360	343	80	5	18	38	300	19	250	10	8	41	4	142/148
В132М, ВР132М	2, 4, 6, 8	620																150/155
В160S, ВР160S	2	690	400	420	350/450	380	110	5	40	42	350	19	300	12	8	45	4	215/225
	4, 6, 8									48	350	19	300	14	9	51,5		235/255
В160М, ВР160М	2	740	400	420	350/450	380	110	5	40	42	350	19	300	12	8	45	4	235/245
	4, 6, 8									48	350	19	300	14	9	51,5	4	265/275
В180S, ВР180S	2	750	450	460	350/450	400	110	5	50	48	400	19	350	14	9	51,5	8	255/275
	4	750/840								55	400	19	350	16	10	59	8	305/345
В180М, ВР180М	2	795	450	460	350/450	400	110	5	50	48	400	19	350	14	9	51,5	8	330/345
	4	795/890								55				16	10	59	8	340/350
	6, 8	795								55				16	10	59	8	345/355

Примечание. См. примечания к табл. 24.60.

Таблица 24.62. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии В, ВР исполнения ИМ4011



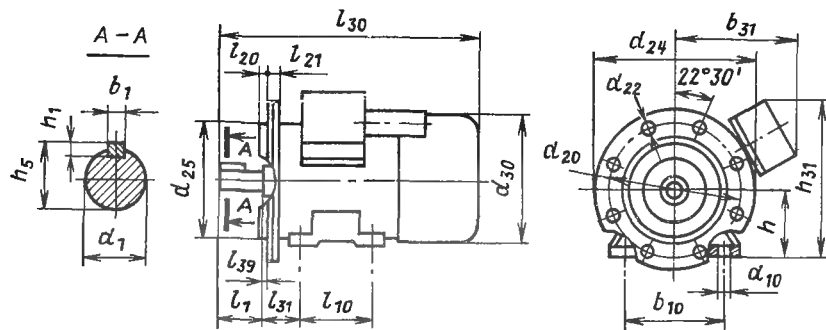
Типоразмер	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_{37}	l_1	l_{20}	l_{21}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	h_1	h_5	Масса, кг
В200М, ВР200М	2	890/970	550	475	410/460	420/410	110	5	55	55	500	19	450	16	10	59	380/420
	4	910/1000					140			60				18	11	64	405/440
	6, 8	910					140			60				18	11	64	395/400
В200L, ВР200L	2	920/1020	550	475	410/460	420/410	110	5	55	55	500	19	450	16	10	59	410/463
	4	950/1050					140			60				18	11	64	440/483
	6, 8	950					140			60				18	11	64	435/438
В225М, ВР225М	2	960/1050	550	500	410/460	435	110	5	55	55	500	19	450	16	10	59	485/550
	4	990/1080					140			65				18	11	69	520/570
	6, 8	990/1080					140			65				18	11	69	480/550
В250S, ВР250S	2	1120	660	620	500	380	140	6	45	65	600	24	550	18	11	69	740
	4, 6, 8									75				20	12	79,5	750

B250M, BP250M	2	1170	660	620	500	380	140	6	45	65	600	24	550	18	11	69	795
	4, 6, 8									75				20	12	79,5	815
B280S, BP280S	2	1215	660	705	600	420	140	6	45	70	600	24	550	20	12	74,5	940
	4, 6, 8	1245					170			80				22	14	85	955
B280M, BP280M	6, 8	1245	660	705	600	430	170	6	45	80	600	24	550	22	14	85	970

Примечания: 1. См. примечания к табл. 24.60.

2. Для всех типов двигателей число отверстий d_{22} равно 8.

Таблица 24.63. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии В, ВР исполнения М9701

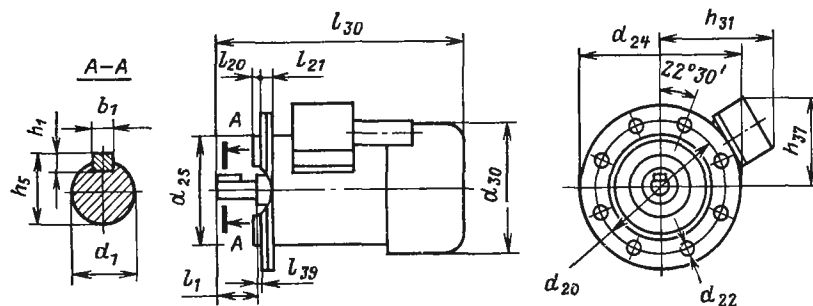


Типоразмер	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_{31}	l_1	l_{10}	l_{20}	l_{21}	l_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	b_{10}	h	h_1	h_5	Масса, кг
B200M, BP200M	2	830/920	550	475	410/460	620/610	110	267	5	55	133	55	19	500	19	450	16	318	200	10	59	395/435
	4	860/950					140					60					18			11	64	420/455
	6, 8	860					140					60					18			11	64	410/415
B200L, BP200L	2	870/970	550	475	410/460	620/610	110	305	5	55	133	55	19	500	19	450	16	318	200	10	59	425/480
	4	900/1000					140					60					18			11	64	455/500
	6, 8	900					140					60					18			11	64	450/455

Типоразмер	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_3	l_1	l_{10}	l_{20}	l_{21}	l_{31}	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	b_{10}	h	h_1	h_5	Масса, кг
B225M; BP225M	2	910/1000	550	500	410/460	660	110	311	5	55	149	55	19	500	19	450	16	356	225	10	59	505/580
	4	940/1300					140					65					18			11	69	540/600
	6, 8	940/1300					140					65					18			11	69	500/580
B250S, BP250S	2	1040	660	620	500	630	140	311	6	45	168	65	24	600	24	550	18	406	250	11	69	730
	4, 6, 8											75					20			12	79,5	740
B250M, BP250M	2	1090	660	620	500	630	140	349	6	45	168	65	24	600	24	550	18	406	250	11	69	785
	4, 6, 8											75					20			12	79,5	805
B280S, BP280S	2	1110	660	705	600	710	140	368	6	45	190	70	24	600	24	550	20	457	280	12	74,5	950
	4, 6, 8	1140					170					80					22			14	85	965
B280M, BP280M	6, 8	1140	660	705	600	710	170	419	6	45	190	80	24	600	24	550	22	457	280	14	85	980

Примечание. См. примечания к табл. 24.62.

Таблица 24.64. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии В, ВР исполнения IM4001

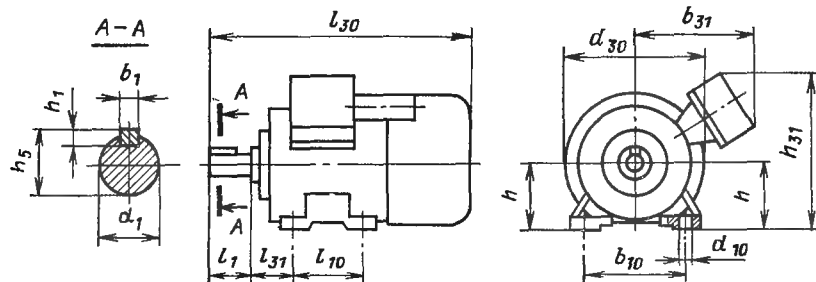


Тип двигателя	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_{37}	l_1	l_{20}	l_{21}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	h_1	h_5	Масса, кг
В200М, ВР200М	2	830/920	550	475	410/460	420/410	110	5	55	55	500	19	450	16	10	59	375/415
	4	860/950					140			60				18	11	64	400/435
	6, 8	860					140			60				18	11	64	390
В200L, ВР200L	2	870/970	550	475	410/460	420/410	110	5	55	55	500	19	450	16	10	59	405/460
	4	900/1000					140			60				18	11	64	435/480
	6, 8	900					140			60				18	11	64	430/435

Тип двигателя	Число полюсов	l_{30}	d_{24}	d_{30}	b_{31}	h_{37}	l_1	l_{20}	l_{21}	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{25}	b_1	h_1	h_5	Масса, кг
B225M, BP225M	2	910/1000	550	500	410/460	435	110	5	55	55	500	19	450	16	10	59	480/545
	4	910/1030					140			65				18	11	69	515/565
	6, 8	940/1030					140			65				18	11	69	475/545
B250S, BP250S	2	1040	660	620	500	380	140	6	45	65	600	24	550	18	11	69	735
	4, 6, 8									75				20	12	79,5	745
B250M, BP250M	2	1090	660	620	500	380	140	6	45	65	600	24	550	18	11	69	790
	4, 6, 8									75				20	12	79,5	810
B280S, BP280S	2	1110	660	705	600	420	140	6	45	70	600	24	550	20	12	74,5	930
	4, 6, 8	1140					170			80				22	14	85	945
B280M, BP280M	6, 8	1140	660	705	600	430	170	6	45	80	600	24	550	22	14	85	980

Примечание. См. примечания к табл. 24.62.

Таблица 24.65. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии В, ВР исполнения IM1001



Тип двигателя	Число полюсов	l_{30}	d_{30}	b_{31}	h_{31}	l_1	l_{10}	l_{31}	d_1	d_{10}	b_1	b_{10}	h	h_1	h_5	Масса, кг
B200M, ВР200M	2	830/920	475	410/460	620/610	110	267	133	55	19	16	318	200	10	59	355/595
	4	860/950				140			60		18			11	64	380/415
	6, 8	860				140			60		18			11	64	370/375
B200L, ВР200L	2	870/970	475	410/460	620/610	110	305	133	55	19	16	318	200	10	59	385/440
	4	900/1000				140			60		18			11	64	415/460
	6, 8	900				140			60		18			11	64	410/415
B225M, ВР225M	2	910/1000	500	410/460	660	110	311	149	55	19	16	356	225	10	59	465/540
	4	940/1300				140			65		18			11	69	500/560
	6, 8	940/1300				140			65		18			11	69	460/540
B250S, ВР250S	2	1040	620	500	630	140	311	186	65	24	18	406	250	11	69	675
	4, 6, 8								75		20			12	79,5	685
B250M, ВР250M	2	1090	620	500	630	140	349	168	65	24	18	406	250	11	69	730
	4, 6, 8								75		20			12	79,5	760
B280S, ВР280S	2	1110	705	600	710	140	368	190	70	24	20	457	280	12	74,5	940
	4, 6, 8	1140				170			80		22			14	85	955
B280M, ВР280M	6, 8	1140	705	600	710	170	419	190	80	24	22	457	280	14	85	970

Примечание. См. примечание к табл. 24.59.

24.14.2. Двигатели ВРМ

Двигатели предназначены для работы в качестве привода вентилятора местного проветривания типа ВМ и ВМЦ в угольных и сланцевых шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли, а также во всех отраслях горнорудной промышленности. Буква М в типе двигателя обозначает специальное исполнение для вентиляторов местного проветривания.

Двигатели предназначены для продолжительного режима работы S1 от сети переменного тока частотой 50 Гц при номинальном напряжении до 660 В и имеют исполнение во взрывозащите РВЗВ для ВРМ80В2 и ВРМ100S2, для остальных — РВЗВМ. Двигатели соответствуют ГОСТ 22185-76. Технические данные двигателей приведены в табл. 24.66.

Форма исполнения двигателей по способу монтажа согласно ГОСТ 2479-79 должна соответствовать:

Для двигателей с условной высотой оси вращения 80—132 мм	IM3001
Для двигателей с условной высотой оси вращения 160—280 мм	IM4001

Конструктивно двигатели выполнены на базе основного исполнения электродвигателей ВР с максимальной унификацией применяемых узлов, деталей и материалов.

Двигатели предназначены для встраивания в корпус вентилятора, к которому крепятся с помощью фланца, расположенного со стороны свободного конца вала. Крепление осуществляется болтами М12. Рабочее колесо вентилятора располагается на валу электродвигателя, охлаждение которого осуществляется основным потоком воздуха, идущим от рабочего колеса вентилятора.

Обмотка двигателей ВРМ80, ВРМ100 имеет изоляцию класса нагревостойкости В; ВРМ132, ВРМ250, ВРМ280 — класса F; ВРМ160, ВРМ200 — класса H. Обмотки статора двигателей ВРМ132М2, ВРМ280S4 защищены от недопустимого нагрева с помощью встроенных реле температурной защиты.

Обмотка ротора — литая из сплава алюминия, короткозамкнутая.

Подшипниковые щиты, крышки и детали коробки выводов выполнены из чугуна повышенной прочности. Коробка выводов крепится

к патрубку станины и может поворачиваться на угол, кратный 90°.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей приведены в табл. 24.67.

24.14.3. Двигатели ВРП

Двигатели предназначены для работы во всех отраслях угольной промышленности, в том числе в шахтах, опасных по газу (метану) и угольной пыли, для приводов погрузочных машин непрерывного действия (буква П в обозначении после названия серии), но могут быть также использованы для приводов насосов, вентиляторов, грохотов, элеваторов, дробилок, ленточных конвейеров, питателей, проходческих машин непрерывного действия, шахтных комбайнов, кроме главного привода, и т. п.

Двигатели рассчитаны на работу от сети переменного тока частотой 50, 60 Гц с номинальным напряжением от 380 до 660 В в продолжительном и повторно-кратковременном режимах. Двигатели соответствуют ТУ 16-510.719-79.

Двигатели могут быть использованы на высоте над уровнем моря не более 1000 м в условиях умеренного климата (У) категорий размещения 2—5 с номинальной температурой окружающей среды не выше 40 °С и не ниже —45 °С; в условиях тропического климата (Т) категорий размещения 2—5 с номинальной температурой окружающей среды не выше 45 °С и не ниже —40 °С; при относительной влажности воздуха не выше 98 % при температуре 35 °С.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.68. Исполнения по способу монтажа двигателей ВРП160 и ВРП180 — IM1081; ВРП225M6 — IM1001; ВРП160 и ВРП180—M9781; ВРП160, ВРП180, ВРП200, ВРП200МК4 и ВРП225M4 — IM4081.

Уровень вибрации, шума, степень защиты двигателей соответствуют ГОСТ 23111-78.

Показатели надежности двигателей: средний ресурс до первого капитального ремонта — 16 000 ч; наработка на отказ — не менее 10 000 ч.

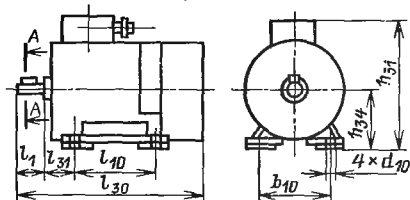
Габаритные и установочно-присоединительные размеры приведены на рис. 24.33 и в табл. 24.69.

Корпус двигателя состоит из сварной трубы с приваренными к ней ребрами, лапами, патрубком для коробки выводов и швеллерами для крепления кожуха.

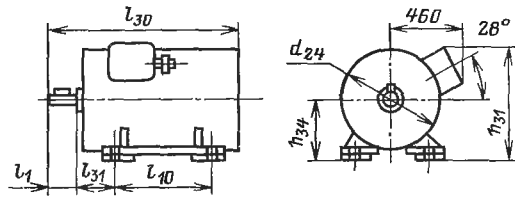
Таблица 24.66. Технические данные двигателей ВРМ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	s , %	$n_{\text{с}}$, об/мин	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$
ВРМ80В2У2,5 ВРМ80В2Т2,5	2,2	6	3000	83	0,91	2,3	2,6	6
ВРМ100S2У2,5 ВРМ100S2Т2,5	4	4,4	3000	85	0,87	2	2,8	6,5
ВРМ132М2У2,5 ВРМ132М2Т2,5	13	2,7	3000	89,7	0,85	2,2	2,9	7
ВРМ160М2У2,5 ВРМ160М2Т2,5	24	2,6	3000	91	0,87	1,9	2,5	6
ВРМ200L2У2,5 ВРМ200L2Т2,5	50	2,3	3000	91	0,88	1,7	2,2	6
ВРМ250S2У2,5 ВРМ250S2Т2,5	75	0,9	3000	93,4	0,88	1,6	2,4	7
ВРМ280S4У2,5 ВРМ280S4Т2,5	110	1,25	1500	93,5	0,89	1,8	2,8	6,8

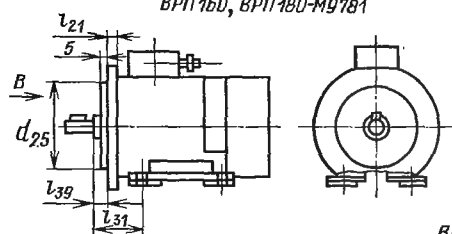
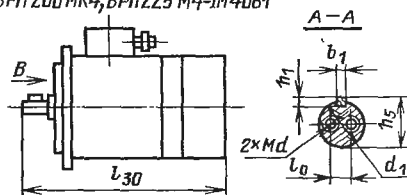
ВРМ160, ВРМ180-IM1001



ВРМ225М6-IM1001



ВРМ160, ВРМ180-М9781

ВРМ160, ВРМ180, ВРМ200
ВРМ200 МК4, ВРМ225 М4-IM4081

Вид В

ВРМ160

ВРМ180, ВРМ200, ВРМ225 М4

ВРМ200 МК4

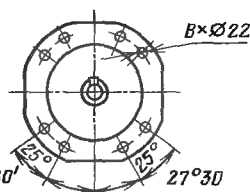
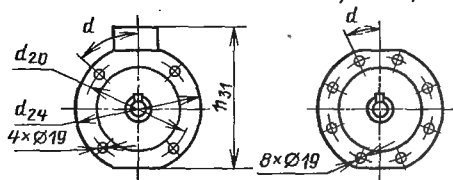
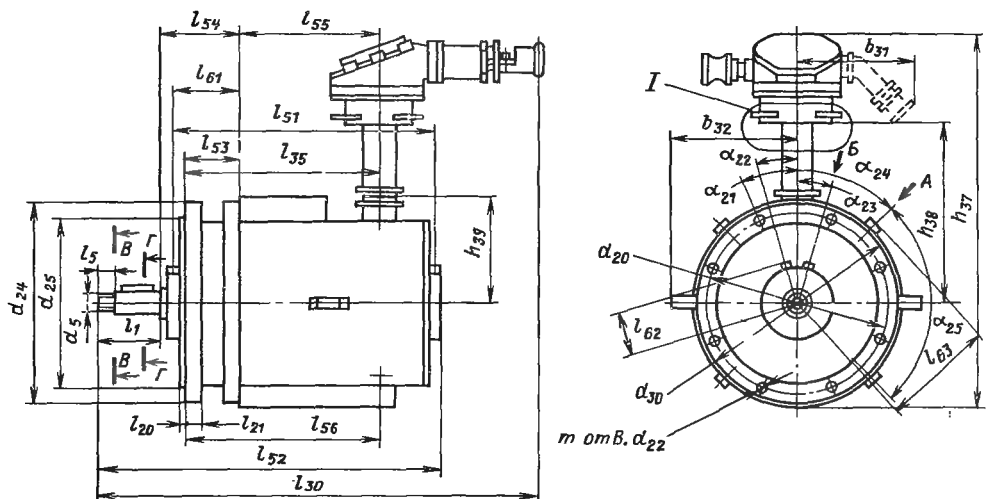


Рис. 24.33. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ВРП

Подшипниковые щиты и подшипниковые крышки выполняются литыми. Щиты крепятся к станине болтами. Для монтажного исполнения IM1081 передний и задний щиты взаимозаменяемы. Подшипники с внутренней и наружной сторон закрыты крышками. Внутренняя обойма подшипника фиксируется на валу наружным кольцом.

Для охлаждения двигателей, кроме ВРП225М6, служит насаженный на вал наружный вентилятор, защитный кожух которого крепится к швеллерам на станине болтами. Двигатель ВРП225М6 выполнен без внешнего обдува. Изоляция статорной обмотки двигателей — класса нагревостойкости Н. Двигатели имеют встроенную тепловую защиту.

Таблица 24.67. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВРМ



Тип двигателя	h_1	b_{31}^*	b_{32}	d_1	d_5	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	d_{30}	d_{37}	d_{38}	d_{39}	d_{40}
ВРМ80В2У2,5	6	150	90	22	M12 × 1,25	130	M8	180	160	—	—	—	—	M10 × 1
ВРМ80В2Т2,5	6	150	90	22	M12 × 1,25	130	M8	180	160	—	—	—	—	M10 × 1
ВРМ100С2У2,5	8	195	121	28	M16 × 1,5	215	M10	236	—	242	—	—	—	M10 × 1
ВРМ100С2Т2,5	8	195	121	28	M16 × 1,5	215	M10	236	—	242	—	—	—	M10 × 1
ВРМ132М2У2,5	10	270	165	38	M24 × 2	280	M12	310	—	324	—	—	—	M10 × 1
ВРМ132М2Т2,5	10	270	165	38	M24 × 2	280	M12	310	—	324	—	—	—	M10 × 1
ВРМ160М2У2,5	12	225	—	42	M24 × 2	343	M16	378	—	396	—	—	—	M10 × 1
ВРМ160М2Т2,5	12	225	—	42	M24 × 2	343	M16	378	—	396	—	—	—	M10 × 1
ВРМ200Л2У2,5	16	515	—	55	M36 × 3	415	M16	450	—	480	—	—	—	M10 × 1
ВРМ200Л2Т2,5	16	515	—	55	M36 × 3	415	M16	450	—	480	—	—	—	M10 × 1
ВРМ250С2У2,5	18	—	330	65	—	600	24	660	550	—	M24	—	M16	M16 × 1,5
ВРМ250С2Т2,5	18	—	330	65	—	600	24	660	550	—	M24	—	M16	M16 × 1,5
ВРМ280С4У2,5	22	—	391	80	—	600	24	660	550	—	M24	45	M20	M16 × 1,5
ВРМ280С4Т2,5	22	—	391	80	—	600	24	660	550	—	M24	45	M20	M16 × 1,5

* Ориентировочные размеры.

Продолжение табл. 24.67

Тип двигателя	h_5	h_{37}^*	h_{38}	h_{39}	h_{40}	l_{53}	l_{54}	l_{55}	l_{56}	l_{61}	l_{62}	l_{63}	m	p	t
ВРМ80В2У2,5	24,5	370	—	—	158	—	—	—	—	—	90	—	4	—	—
ВРМ80В2Т2,5															
ВРМ100С2У2,5	31	490	—	194	207	91	123	143	—	96	45	—	4	—	—
ВРМ100С2Т2,5															
ВРМ132М2У2,5	41	600	—	166	259	93	148	219	—	96	77	—	4	—	—
ВРМ132М2Т2,5															
ВРМ160М2У2,5	45	740	—	—	309	114	160	248	—	99	158	—	4	—	—
ВРМ160М2Т2,5															
ВРМ200Л2У2,5	59	880	—	—	408	—	170	420	—	111	60	—	6	—	—
ВРМ200Л2Т2,5															
ВРМ250С2У2,5	69	1150	565	—	—	—	—	—	580	—	—	330	8	4	1
ВРМ250С2Т2,5															
ВРМ280С4У2,5	85	1250	630	—	—	—	—	—	657	—	—	350	8	4	1
ВРМ280С4Т2,5															

Продолжение табл. 24.67

Тип двигателя	l_1	l_5	l_{20}	l_{21}	l_{30}^*	l_{35}	l_{51}	l_{52}^*	α_{21}	α_{22}	α_{23}	α_{24}	α_{25}	Мас-са, кг
ВРМ80В2У2,5	50	14	3,5	35	520	182	244	340	30°00'	—	—	—	—	38
ВРМ80В2Т2,5														
ВРМ100С2У2,5	60	18	—	—	525	234	361	465	45°00'	—	$20^{\circ*}$	—	—	84
ВРМ100С2Т2,5											30°	—	—	
ВРМ132М2У2,5	80	22	—	—	720	312	436	585	45°00'	—	$22^{\circ*}$	—	—	156
ВРМ132М2Т2,5											35°	—	—	
ВРМ160М2У2,5	110	28	—	—	—	325	462	675	60°00'	—	40°	—	—	250
ВРМ160М2Т2,5														
ВРМ200Л2У2,5	110	28	—	—	—	505	736	890	60°00'	—	73°	—	—	470
ВРМ200Л2Т2,5														
ВРМ250С2У2,5	105	—	6	45	1250	580	720	878	22°30'	15°	15°	45°	90°	700
ВРМ250С2Т2,5														
ВРМ280С4У2,5	170	—	6	45	1290	657	803	1015	22°30'	15°	15°	45°	90°	970
ВРМ280С4Т2,5														

Коробка выводов — стальная сварная, расположена сверху, может быть повернута на угол, кратный 90°.

• 24.14.4. Двигатели ВРК280

Взрывозащищенные рудничные асинхронные двигатели с фазными роторами с высотой оси 280 мм (ВРК280) предназначены для работы в шахтах, опасных по газу (метану) или угольной пыли. Исполнение

двигателей по взрывозащите РВЗВИ по ГОСТ 12.1.011-78.

Двигатели соответствуют требованиям ПИВРЭ, ТУ 16-513.418-80 и обеспечивают нормальную работу в следующих условиях:

Высота над уровнем моря, м 1000

Температура окружающей среды, °С —40 ÷ +40

Относительная влажность среды при 35°С, % 97

Таблица 24.68. Технические данные двигателей ВРП

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$	$n_{\text{ср}}$, об/мин, при f , Гц		S , %	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{ном}}}$	Мо- мент инер- ции, кг · м ²
		50	60								
ВРП160S2У2,5; ВРП160S2Т2,5	15	3000	3600	2,6	89,5	0,89	6	1,8	2,5	1,3	0,07
ВРП160М2У2,5; ВРП160М2Т2,5	18,5	3000	3600	2,6	90	0,90	6	1,8	2,6	1,3	0,09
ВРП180S2У2,5; ВРП180S2Т2,5	22	3000	3600	2	90	0,89	6,9	2	2,7	1,3	0,125
ВРП180М2У2,5; ВРП180М2Т2,5	30	3000	3600	2,3	91	0,90	6,7	2	2,5	1,3	0,15
ВРП160S4У2,5; ВРП160S4Т2,5	15	1500	1800	2,5	90	0,84	6,5	2,2	2,6	1,3	0,14
ВРП160М4У2,5; ВРП160М4Т2,5	18,5	1500	1800	2,6	90,5	0,85	6,5	2,2	2,6	1,3	0,17
ВРП180S4У2,5; ВРП180S4Т2,5	22	1500	1800	2,3	88,5	0,86	6	2,2	2,3	1,3	0,29
ВРП180М4У2,5; ВРП180М4Т2,5	30	1500	1800	2,6	89,5	0,87	6	2,2	2,3	1,3	0,35
ВРП160S6У2,5; ВРП160S6Т2,5	11	1000	1200	2,4	88	0,83	6,2	2	2,6	1,5	0,26
ВРП160М6У2,5; ВРП160М6Т2,5	15	1000	1200	2,7	88	0,86	6	2	2,5	1,5	0,32
ВРП180М6У2,5; ВРП180М6Т2,5	18,5	1000	1200	3	90	0,83	6	2	2,6	1,5	0,35
ВРП160S8У2,5; ВРП160S8Т2,5	7,5	750	900	2,5	86	0,76	5,5	2	2,5	1,4	0,26
ВРП160М8У2,5; ВРП160М8Т2,5	11	750	900	2,7	86	0,77	5,5	2	2,5	1,4	0,32
ВРП180М8У2,5; ВРП180М8Т2,5	15	750	900	3,7	88	0,76	4,6	2	2,2	1,4	0,35
ВРП200М4У2,5; ВРП200М4Т2,5	37	1500	1800	2,3	91	0,86	6,1	2,2	2,5	1,5	0,47
ВРП200МК4У2,5; ВРП200МК4Т2,5*	37	1500	1800	2,3	91	0,86	6,1	2,2	2,5	1,5	0,47
ВРП200L4У2,5; ВРП200L4Т2,5	45	1500	1800	2,3	91,5	0,87	6,3	2,2	2,7	1,5	0,57
ВРП225М4У2,5; ВРП225М4Т2,5	55	1500	1800	2	91,5	0,85	6,1	2,1	2,3	1,5	0,85
ВРП225М6У2,5; ВРП225М6Т2,5	15	1000	1200	1,0	90	0,71	12	3,2	6,6	2	1,45

* Двигатели изготавливаются с присоединительными и установочными размерами двигателя КОФ32-4. К условному обозначению двигателя ВРП200М4 добавлена буква К.

Таблица 24.69. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВРП (см. рис. 24.33)

Тип двигателя	l_1	l_{10}	l_{21}	l_{30}	l_{31}	b_1	b_{10}	l_0	d_1	d_{10}	d_{20}	d_{21}	d_{25}
ВРП160S2	110	178	40	705	108	12	254	32	42	15	350	400	300
ВРП160М2	110	210	40	755	108	12	254	32	42	15	350	400	300
ВРП160S4, ВРП160S6, ВРП160S8	110	178	40	705	108	14	254	32	48	15	350	400	300
ВРП160М4, ВРП160М6, ВРП160М8	110	210	40	755	108	14	254	32	48	15	350	400	300
ВРП160S2	110	203	50	765	121	14	279	32	48	15	400	450	350
ВРП180М2	110	241	50	810	121	14	279	32	48	15	400	450	350
ВРП180S4	110	203	50	855	121	16	279	32	55	15	400	450	350
ВРП180М6, ВРП180М8	110	241	50	810	121	16	279	32	55	15	400	450	350
ВРП180М4	110	241	50	905	121	16	279	32	55	15	400	450	350
ВРП200М4	140	—	55	965	—	18	—	36	60	19	500	550	450
ВРП200МК4	140	—	55	980	—	18	—	36	60	22	520	570	470
ВРП200L4	140	—	55	1015	—	18	—	36	60	19	500	500	450
ВРП225М4	140	—	—	1045	—	18	—	36	65	19	500	500	450
ВРП225М6	140	—	—	950	149	18	356	36	75	19	—	500	—

Примечания: 1. Размер l_{30} для двигателя ВРП200МК4 равен 14,5 мм, для остальных — нулю.
2. Размер h_{31} для двигателей ВРП160 равен 540 мм, ВРП180 — 580 мм (монтажное исполнение ИМ4081).

Продолжение табл. 24.69

Тип двигателя	h_1	h_5	M_d	h_{31}	h_{34}	α	Масса, кг		
							IM1081	M9781	IM4081
ВРП160S2	8	45	8	525	160	45°	210	230	225
ВРП160M2	8	45	8	525	160	45°	230	250	245
ВРП160S4, ВРП160S6, ВРП160S8	9	51,5	8	525	160	45°	240	260	255
ВРП160M4, ВРП160M6, ВРП160M8	9	51,5	8	525	160	45°	260	280	275
ВРП160S2	9	51,5	8	565	180	22°30'	250	280	275
ВРП180M2	9	51,5	8	565	180	22°30'	320	350	345
ВРП180S4	10	59	8	565	180	22°30'	305	350	345
ВРП180M6, ВРП180M8	10	59	8	565	180	22°30'	325	360	355
ВРП180M4	10	59	8	565	180	22°30'	355	390	385
ВРП200M4	11	64	12	695	—	22°30'	—	—	435
ВРП200МК4	11	64	12	695	—	—	—	—	437
ВРП200L4	11	64	12	695	—	22°30'	460	500	480
ВРП225M4	11	64	12	710	—	22°30'	—	—	565
ВРП225M6	11	64	12	560	225	—	190	—	—

Непосредственное воздействие атмосферных влияний — дождя, снега, солнечной радиации — исключается.

Двигатели изготавливаются для работы от трехфазной сети переменного тока частотой 50 Гц при напряжении 660/380 В для внутрисюзовных поставок, 50 Гц при напряжениях 660/380, 500, 440, 415 и 400 В и 60 Гц при напряжениях 660/380, 500, 440 В для экспортных поставок в климатических условиях У2, У5.

Номинальные режимы работы двигателей — продолжительный S1 и S8 по ГОСТ 183-74 с постоянно налагающими щетками (режим S8 — с двумя частотами вращения $n_1 = n_{ном}$, $n_2 = 0,2n_{ном}$ при электрическом торможении с ПВ = 40 %, коэффициентом инерции 1,2).

Технические данные двигателей на частоту 50 Гц при напряжении 660 В приведены в табл. 24.70, габаритные, установочно-присоединительные размеры — на рис. 24.34.

Двигатели имеют встроенную тепловую защиту.

Вибрация двигателей не должна превышать значений, соответствующих классу 4,5 с допуском +20 % по ГОСТ 16921-83.

Показатели надежности двигателей:

Наработка на отказ, ч, не менее	15 000
Средний ресурс до первого капитального ремонта, ч, не менее	25 000
Срок службы до списания, лет	20

Сопротивление изоляции обмоток статора и ротора — не менее 20 МОм при рабочей температуре.

Степень защиты двигателей — IP54, степень защиты вентилятора — IP20 по ГОСТ 17494-72.

Двигатели (рис. 24.35) имеют воздушное обдуваемое охлаждение. Станина — стальная, сварная, с ребрами, приваренными вдоль станины. Обмотка статора выполнена из провода марки ПСД.

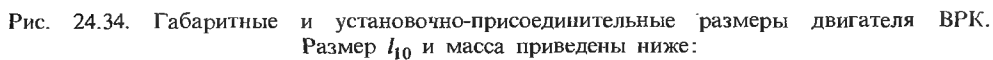
Изоляция обмотки статора — класса нагревостойкости F.

Сердечник ротора имеет аксиальные каналы овальной формы для прохода охлаждающего воздуха внутренней циркуляции. Обмотка ротора — волновая, стержневая, пазы — ступенчатой формы. В схеме обмотки вместо переходных соединений применены три косых стержня, уложенные в три паза прямоугольной формы. Изоляция обмотки ротора — класса нагревостойкости H по ГОСТ 8865-70. Пайка всех соединений схемы обмотки производится серебряным припоем.

Подшипниковые щиты отлиты из чугуна марки СЧ-15-32, ГОСТ 1412-85.

Коробки выводов располагаются: статорная — с правой стороны двигателя, если смотреть со стороны свободного конца вала; роторная — сверху станины.

Контактный узел и щеткодержатели закрыты оребренным кожухом, образующим в месте соединения с подшипниковым щитом взрывонепроницаемое сопряжение.



Тип двигателя	l_{10}	Масса, кг
ВРК280S-6	368	1020
ВРК280М-6	419	1065
ВРК280S-8	368	990
ВРК280М-8	415	1040

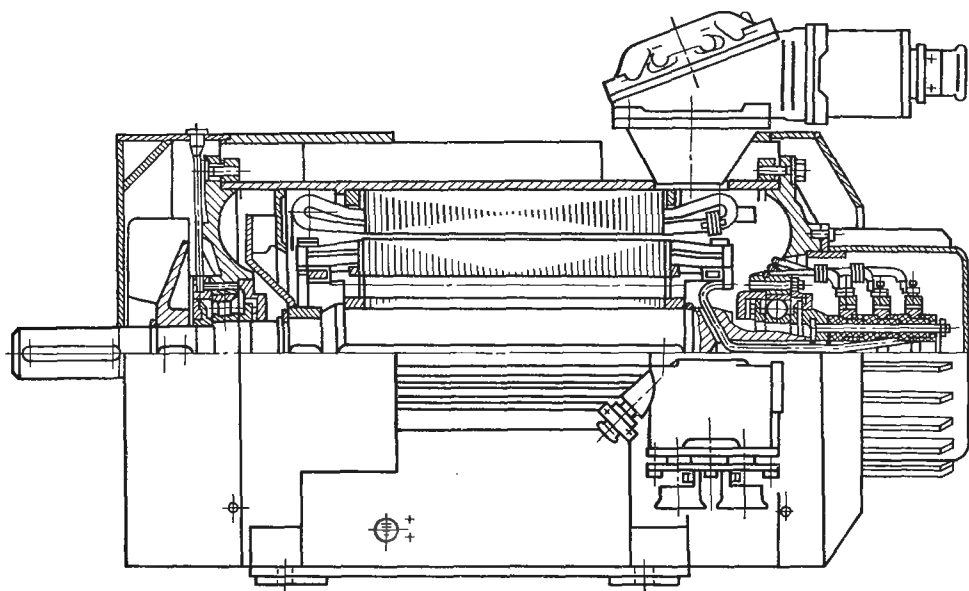


Рис. 24.35. Продольный разрез двигателя ВРК 280

Таблица 24.70. Технические данные двигателей ВРК

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	n_c , об/мин	s , %	I_1 , А	КПД, %	$\cos \varphi$	I_2 , А	U_2 , В	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	Инерция ротора, кг · м ²	Средний уровень звука, дБ	Корректированный уровень звуковой мощности, дБ
ВРК280S6	55	1000	2	65	91,8	0,82	173	191	3,5	4,38	86	97
ВРК280М6	75	1000	2	86	92,3	0,84	201	222	3,16	4,75	88	100
ВРК280S8	45	750	3,3	54	90,5	0,82	200	136	2,36	4,5	81	92
ВРК280М8	55	750	3,3	65	91	0,82	207	160	2,36	5	81	92

Примечание. В таблице приняты обозначения: I_1 , I_2 — токи статора и ротора; U_2 — напряжение на контактных кольцах.

Охлаждение контактного узла двигателей осуществляется внутренним воздухом, циркулирующим между контактными кольцами, и наружным воздухом, направляемым специальным конусом на кожух контактного узла от наружного вентилятора.

24.14.5. Двигатели ВА

Двигатели предназначены для привода запорной арматуры (буква А в обозначении). Двигатели представляют собой модификации двигателей В63, В71, В80 по ГОСТ 23111-78.

Двигатели являются комплектующими изделиями и поставляются потребителям с приводом запорной арматуры. Двигатели рассчитаны на эксплуатацию от трехфазной

сети переменного тока частотой 50 и 60 Гц на напряжение от 220 до 660 В. Двигатели соответствуют ТУ 16-510.783-81.

Вид климатического исполнения двигателей — У, УХЛ, Т; категория размещения — 2,5 по ГОСТ 15150-69.

Типоразмеры и основные параметры двигателей приведены в табл. 24.71, габаритные, установочные, присоединительные размеры — в табл. 24.72.

Двигатели изготавливаются по уровню и виду взрывозащиты взрывобезопасными с взрывонепроницаемой оболочкой.

Режим работы двигателей — S3, ПВ = 25 %. Двигатели допускают работу в режимах, отличных от указанного, при условии, что нагрев обмоток статора не превышает нормированного для изоляции класса нагревостойкости В.

Таблица 24.71. Технические данные двигателей ВА

Типоразмер двигателя	Мощность $P_{2ном}$, кВт	$\frac{I_p}{I_{ном}}$	$\frac{M_{пн}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	s , %	Момент инерции ротора двигателя, кг · м ²
----------------------	---------------------------	-----------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------	--

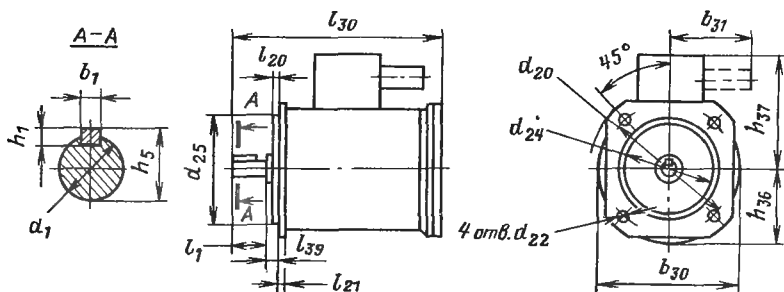
$n_c = 3000$ и 3600 об/мин

ВА63А2	0,37	5	2,6	1,3	2,6	10	0,00053
ВА63В2	0,55	5,9	3,2	1,3	2,6	10	0,0007
ВА71А2	0,75	5,9	2,7	1,3	2,6	7	0,00103
ВА71В2	1,1	5,3	2,7	1,3	2,7	7	0,00116
ВА80А2	1,5	6	2,3	1,3	2,5	7	0,0021
ВА80В2	2,2	6	2,3	1,3	2,5	7	0,00280

$n_c = 1500$ и 1800 об/мин

ВА63А4	0,25	4,5	2	1,5	2,3	10	0,0007
ВА63В4	0,37	5	1,9	1,5	2,3	10	0,00093
ВА71А4	0,55	4,5	2	1,5	2,3	10	0,00147
ВА71В4	0,75	5	2	1,5	2,3	7	0,00216
ВА80А4	1,1	5,1	1,9	1,5	2,3	7	0,00303
ВА80В4	1,5	5,5	1,9	1,5	2,3	7	0,00419

Таблица 24.72. Установочные, габаритно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВА



Типоразмер двигателя	l_{30}	b_{30}	b_{31}	h_{36}	h_{37}	l_1	l_{20}	l_{21}	l_{39}	b_1	d_1	d_{20}	d_{22}	d_{24}	d_{25}	h_1	h_5	Масса, кг
BA63A2	260	150		63	162	30		10		5	14	130	10	160	110	5	16	18
BA63A4																		17
BA63B2																		19
BA63B4																		19
BA71A2	290	165	145	71	170	40	3,5		0		19						21,5	21,5
BA71A4																		21
BA71B2																		22
BA71B4																		21
BA80A2	340	182		80	180	50		12		6	22	165	12	200	130	6	24,5	28,5
BA80A4																		28,5
BA80B2																		31,5
BA80B4																		31,5

Способ охлаждения двигателей — ICA0041 по ГОСТ 20459-75. Конструктивное исполнение — IM4481 по ГОСТ 2479-79.

Допустимые значения средних уровней звука должны быть ниже на 2 дБ (по шкале А) по сравнению с оговоренными в ГОСТ 23111-78.

Двигатели имеют следующие показатели надежности: средний ресурс до первого капитального ремонта — не менее 30 000 ч; наработка на отказ — не менее 17 000 ч.

Конструкция двигателей ВА такая же, как и двигателей В, ВР, соответствующих высот осей вращения, только отсутствуют вентиляторы и вентиляционный кожух.

24.14.6. Двигатели ВМ

Двигатели предназначены для привода осевых вентиляторов морских судов гражданского флота неограниченного района плавания.

Условия эксплуатации:

Температура окружающей среды, °С -30 ÷ +45
 Относительная влажность воздуха, %, при температуре:
 25 ± 2 °С 95 ± 3
 40 ± 2 °С 80 ± 3

Таблица 24.73. Технические данные двигателей ВМ

Тип двигателя	$P_{2ном}$ кВт	s , %	$I_{ном}$, А	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$
ВМ100L20М5	5,5	3,65	19,3/11,2	85	0,88	6,7	2,1	2,5
ВМ132М20М5	11	3	37,4/21,6	88,5	0,87	7	2	2,8
ВМ100S40М5	3	4,70	11,9/6,9	81,8	0,8	5,8	2,1	2,5
ВМ132S40М5	7,5	3,34	26,9/15,5	88,3	0,83	7	2,3	3
ВМ132М40М5	11	3,34	39,2/22,6	89	0,83	7	2,3	3

Примечание. Значения токов даны при соединении обмоток статора по схемам Δ/Δ .

Работа в атмосфере типа III — по ГОСТ 15150-69.

Двигатели соответствуют ТУ 16-510.660-77.

Климатическое исполнение и категория размещения — ОМ5 (возможна также эксплуатация при категориях размещения 2, 3 и 4).

Конструкция двигателей соответствует требованиям «Правил классификации и постройки морских судов» Регистра СССР.

Технические данные приведены в табл. 24.73.

Двигатели работают от сети трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 220/380 В. Режим работы — S1 по ГОСТ 183-74.

Допустимые значения вибрационной скорости — по ГОСТ 16921-83.

Допустимые уровни шума двигателей не превышают значений, установленных для класса I по ГОСТ 16372-84.

Показатели надежности двигателей: средний ресурс до первого капитального ремонта — не менее 20 000 ч; наработка на отказ — 15 000 ч.

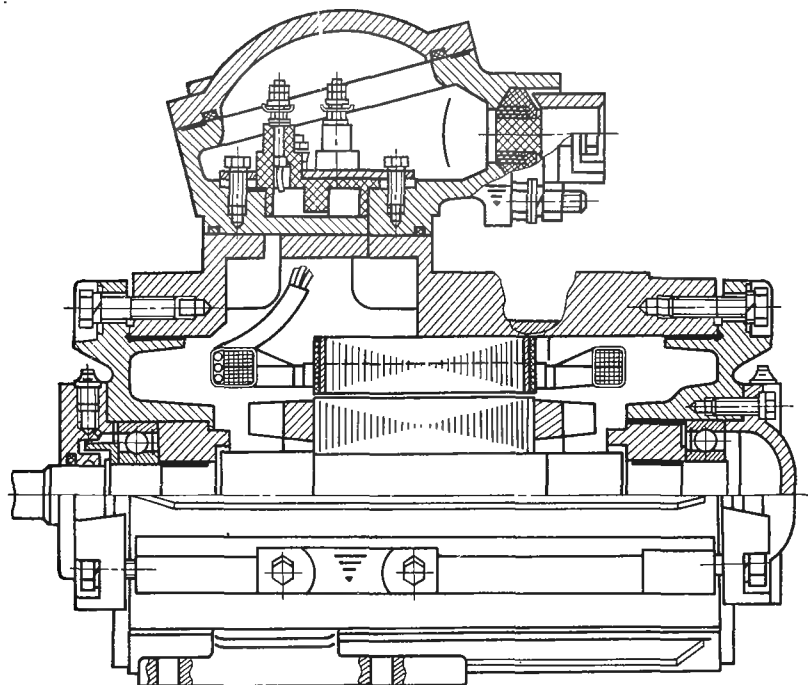
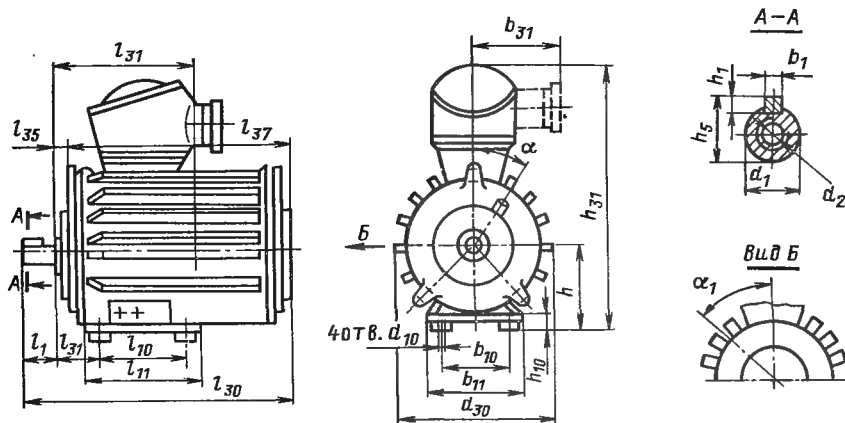


Рис. 24.36. Продольный разрез двигателя ВМ

Таблица 24.74. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ВМ



Тип двигателя	b_1	b_{10}	d_1	d_2	d_{10}	h	h_1	h_5	h_{d0}	l_1
ВМ100S40M5	2	160	28	M8	12	100	7	31	12	60
ВМ100L20M5										
ВМ132S40M5	10	216	38	M12	12	132	8	41	17	80
ВМ132M20M5										
ВМ132M40M5										

Двигатели (рис. 24.36) выполнены закрытыми во взрывонепроницаемых оболочках, исполнение IExdПВТ4.

Степень защиты электрической части двигателей — IP56, со стороны свободного конца вала — IP54. Защита от проникновения воды обеспечивается резиновыми уплотнительными кольцами.

Класс нагревостойкости изоляции обмотки статора двигателя — не ниже F. Обмотка ротора — короткозамкнутая, литая из алюминия.

Подшипниковые щиты и крышки подшипников — из чугуна.

В двигателях применены шариковые подшипники. Защита от проникновения брызг воды и пыли в подшипниковые узлы осуществляется с помощью колец войлочного и лабиринтного уплотнения. Для уменьшения шума и вибрации в подшипниковых узлах применяются волнистые пружины.

Коробка выводов расположена сверху. Крепление коробок выводов к двигателям

позволяет поворачивать их относительно корпусов на угол, кратный 90° .

Габаритные, установочно-присоединительные размеры двигателей приведены в табл. 24.74.

24.15. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии 2В, 2ВР

24.15.1. Двигатели 2В, 2ВР основного исполнения

В 1980—1983 гг. была проведена модернизация двигателей серии В, ВР с высотами оси вращения 90, 100, 250 и 280 мм. Модернизированные двигатели получили наименование 2В, 2ВР.

В двигателях 2В, 2ВР с высотами оси вращения 90 и 100 мм уровень шума снижен до II класса за счет изменения конструкции подшипниковых узлов и применения

l_{10}	l_{31}	l_{35}	l_{37}	α	α_1	b_{11}	b_{31}	d_{30}	h_{31}	l_{11}	l_{30}	l_{51}	Масса, кг
112	63	18	362	20°	20°	205	170	242	375	180	460	185	80
140			387							205	490	200	86
178	89	25	402	22°	35°	275	230	330	460	242	530	240	125
			437							262	560	245	125
												245	138

подшипников закрытого типа. Основные технические данные двигателей сохранились на прежнем уровне.

В двигателях 2В, 2ВР250 и 2ВР280 по сравнению с аналогичным двигателем В, ВР снижена масса, увеличены КПД на 0,2–0,5, $\cos \phi$ на 0,01, кратности пускового и максимального моментов на 0,1–0,2. Двигатели 2ВР250 и 2ВР280 выпускаются по ТУ 16-510.811-83, двигатели 2В250 и 2В280 – по ТУ 16-510.812.83.

24.15.2. Двигатели 2ВКр

Двигатели предназначены для работы на подъемно-транспортных механизмах в химической, нефтяной и газовой промышленности в повторно-кратковременном режиме. Питание осуществляется от сети переменного тока частотой 50 или 60 Гц и напряжением не более 660 В. Исполнение по взрывозащите – IExdПВТ4.

Двигатели выпускаются по ТУ 16-510.630-76.

Степень защиты двигателей от воздействия окружающей среды – IP54 по ГОСТ 17494-72.

Технические данные двигателей приведены в табл. 24.75.

Режим работы двигателей – S4, ГОСТ 183-74, с ПВ = 25 % и допустимым числом включений в час, указанным в табл. 24.75, при коэффициенте инерции F 1 – 2,5.

Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса двигателей приведены в табл. 24.76.

Тяговое усилие электромагнита при зазоре: $\delta = 0,5$ мм – 1180 Н, $\delta = 1$ мм – 1080 Н.

Уровень вибрации, шума, степень защиты двигателей соответствуют ГОСТ 23111-78.

Двигатели имеют следующие показатели надежности: средний ресурс до первого капитального ремонта – 16 000 ч; наработка на отказ – не менее 10 000 ч.

Исполнение по способу монтажа – IM1001 по ГОСТ 2479-79.

Таблица 24.75. Технические данные двигателей 2ВКр

Типоразмер двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	Частота сети f , Гц	Допустимое число включений в час	$n_{\text{с}}$, об/мин	s , %	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$
2ВКр90Л6У2,5 2ВКр90Л6У2,5* 2ВКр90Л6Т2,5 2ВКр90Л6У2,5* 2ВКр90Л6Т2,5	1,5	50	300	1000	7,0	4,5	2,1	1,2	2,3
		60		1200	6,7				
2ВКр100Л6У2,5 2ВКр100Л6У2,5* 2ВКр100Л6Т2,5 2ВКр100Л6У2,5* 2ВКр100Л6Т2,5	2,2	50	160	1000	5	5	2		2,4
		60		1200	4,2				

Продолжение табл. 24.75

Типоразмер двигателя	Линейный ток тормозной системы, А, при зазорах $\delta = \frac{0}{0,5}$, мм, и напряжении, В									$M_{т.з.}^*$, Н·м
	220	230	240	380	400	415	440	500	600	
2ВКр90Л6У2,5 2ВКр90Л6У2,5* 2ВКр90Л6Т2,5		—	—	0,98	—	—	—			26
	$\frac{1,7}{2,8}$	$\frac{1,63}{2,68}$	$\frac{1,56}{2,56}$	1,62	$\frac{0,94}{1,54}$	$\frac{0,9}{1,48}$	$\frac{0,85}{1,4}$	$\frac{0,75}{1,23}$	$\frac{0,57}{0,94}$	
2ВКр90Л6У2,5* 2ВКр90Л6Т2,5	$\frac{2,04}{3,41}$	—	—	$\frac{1,18}{1,97}$	—	—	$\frac{0,95}{1,7}$	—	$\frac{0,58}{1,14}$	
2ВКр100Л6У2,5 2ВКр100Л6У2,5* 2ВКр100Л6Т2,5		—	—		—	—	—	$\frac{0,75}{1,23}$	$\frac{0,57}{0,94}$	36
	$\frac{1,7}{2,8}$	$\frac{1,63}{2,68}$	$\frac{1,56}{2,56}$	$\frac{0,98}{1,62}$	$\frac{0,94}{1,54}$	$\frac{0,9}{1,48}$	$\frac{0,85}{1,4}$			
2ВКр100Л6У2,5* 2ВКр100Л6У2,5	$\frac{2,04}{3,41}$	—	—	$\frac{1,18}{1,97}$	—	—	$\frac{0,95}{1,7}$	—	$\frac{0,68}{1,14}$	

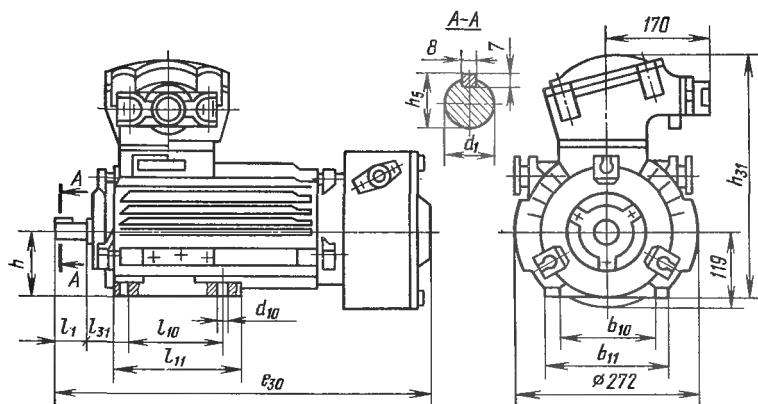
Продолжение табл. 24.75

Типоразмер двигателя	Линейный ток статора, А, при номинальной нагрузке и напряжении, В									Осевое усилие пружины, Н
	220	230	240	380	400	415	440	500	660	
2ВКр90Л6У2,5	7,2	—	—	4,15	—	—	—	4,15	2,4	430
2ВКр90Л6У2,5*		6,9	6,6		4,0	3,8	3,8			
2ВКр90Л6Т2,5										
2ВКр90Л6У2,5*	6,5	—	—	3,75	—	—	3,2	—	2,2	
2ВКр90Л6Т2,5										
2ВКр100Л6У2,5	9,9	—	—	5,75	—	—	—	3,55	3,3	580
2ВКр100Л6У2,5*		9,45	9,1		5,45	5,26	4,95			
2ВКр100Л6Т2,5										
2ВКр100Л6У2,5*	9,2	—	—	5,3	—	—	4,6	—	3,1	
2ВКр100Л6Т2,5										

* Для поставок на экспорт.

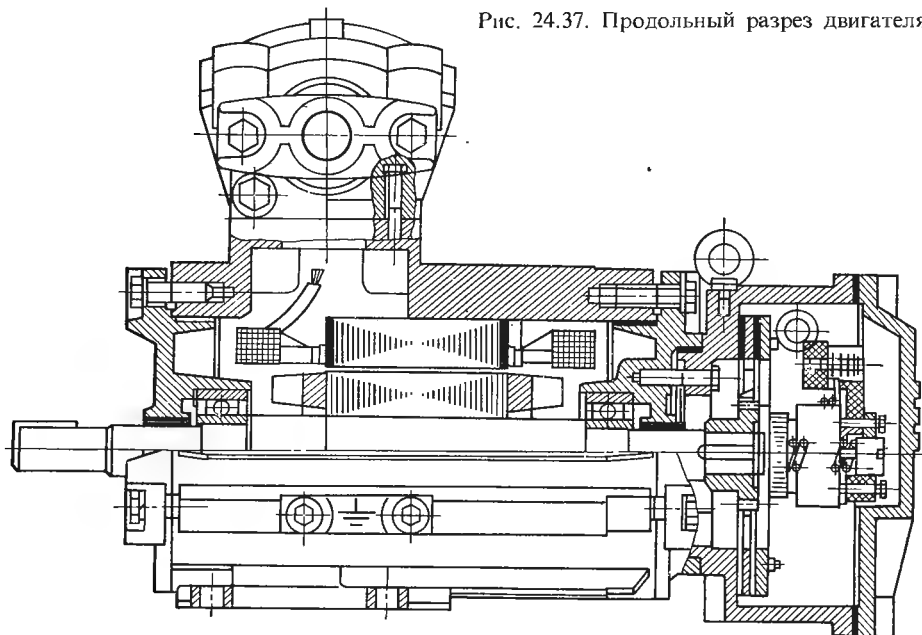
** $M_{т.у}$ — тормозной установочный момент с допустимым отклонением $+25\%$.

Таблица 24.76. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей



Типоразмер двигателя	b_{10}	b_{11}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	d_1	d_{10}	h	h_5	h_{31}	Масса, кг
2ВКр90Л6	140	178	50	125	175	530	56	24	10	90	27	355	70
2ВКр100Л6	160	205	60	140	205	605	31	28	12	100	31	375	93

Рис. 24.37. Продольный разрез двигателя 2ВКр



Двигатели рис. 24.37 выполнены на базе двигателей серии В, имеют два выступающих цилиндрических конца вала: один — для соединения с механизмом, другой — с дисковым электромагнитным тормозом.

Изоляция обмоток статора и катушек электромагнита — класса нагревостойкости В, влагостойкая по ГОСТ 8865-70.

Двигатели имеют однодисковый электромагнитный тормоз с плоским диском и осевым нажатием пружин. В отключенном состоянии двигатель заторможен усилиями пружин. Растормаживание происходит при включении двигателя за счет осевого усилия, создаваемого электромагнитной системой.

24.16. Тяговые взрывозащищенные двигатели постоянного тока для рудничных электровозов

Для комплектации электрооборудования рудничных электровозов применяются реверсивные тяговые двигатели постоянного тока типов ДРТ, ЭТ, ЭДР, ДПТР и ДК. Технические данные этих двигателей приведены в разд. 20 «Тяговые электрические машины».

24.17. Двигатели электронасосов ХГ и ЦГ

Специальные герметичные трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором электронасосов ХГ и ЦГ представ-

ляют с насосом единый моноблочный агрегат, предназначенный для перекачивания нейтральных и агрессивных, токсичных и горючих жидкостей без включений или содержащих твердые включения в количестве до 0,2 % по массе с размером частиц до 0,2 мм. Двигатели насосов не имеют самостоятельного применения.

Электронасосы выполняются, как правило, в климатическом исполнении V категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69 и предназначены для применения как в закрытых помещениях, так и под навесом.

Электронасосы имеют взрывобезопасный уровень взрывозащиты, виды взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» и специальный, маркировку взрывозащиты (в зависимости от года разработки) IExdsIIBT4 (ГОСТ 12.2.020-76) или ВЗТ4 В, С (ПИБРЭ). Электронасосы, предназначенные для перекачивания органических теплоносителей с температурой до 360 °С, в зависимости от температуры перекачиваемой жидкости имеют следующие маркировки:

Температура перекачиваемой жидкости, °С	ГОСТ 12.2.020-76	ПИБРЭ
---	------------------	-------

300—360 . . .	IExdsIIBT1	ВЗТ1 — В, С
200—300 . . .	IExdsIIBT2	ВЗТ2 — В, С
135—200 . . .	IExdsIIBT3	ВЗТ3 — В, С
До 135	IExdsIIBT4	ВЗТ4 — В, С

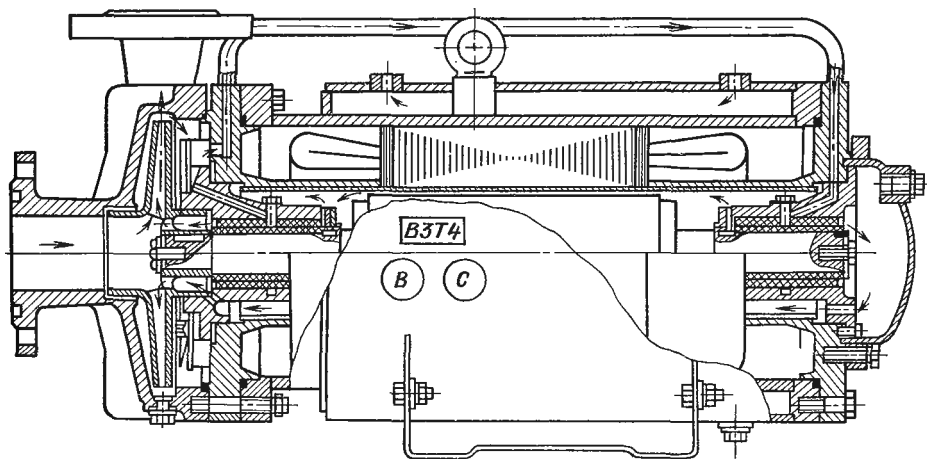


Рис. 24.38. Электронасос 2ХГ

Двигатели электронасосов всех типоразмеров имеют идентичную конструкцию и изготавливаются мощностью от 0,8 до 75 кВт (2,8; 4; 4,5; 7,5; 10; 14; 15; 22; 30; 45; 75 кВт). Они предназначены для работы в продолжительном режиме работы от сети переменного тока напряжением 380, 415, 500 или 660 В и рассчитаны на пуск непосредственным включением на полное номинальное напряжение сети. При этом двигатели выпускаются по заказу на одно из указанных напряжений.

Синхронная частота вращения всех двигателей 3000 об/мин, $\cos \varphi = 0,72 \div 0,87$, кратность пускового тока 3,5–4,5.

Обмотка статора имеет изоляцию класса Н.

Для герметизации статора относительно внутренней полости двигателя (рис. 24.38), заполняемой перекачиваемой жидкостью, в зазоре между статором и ротором установлена тонкостенная гильза из нержавеющей стали, которая приваривается к подшипниковым щитам герметичным швом, поэтому статор в условиях эксплуатации разборке не подлежит. Для герметизации сердечника ротора и его алюминиевой обмотки от перекачиваемой жидкости на наружную поверхность пакета ротора также надета тонкостенная нержавеющая гильза. Из-за наличия защитных гильз зазор между ротором и статором двигателей электронасосов значительно увеличен по сравнению с обычными двигателями, поэтому КПД двигателей электронасосов невысок и составляет для воды при номинальной подаче 21–50%.

Смазка и охлаждение подшипников, а также охлаждение внутренней полости

электродвигателя производится перекачиваемой жидкостью. Перекачиваемая жидкость поступает во всасывающий патрубок насоса и через рабочее колесо — в нагнетательный патрубок. Часть перекачиваемой жидкости, пройдя через фильтр, смазывает и охлаждает подшипники, охлаждает ротор и внутреннюю полость статора и выбрасывается в заборную емкость или во всасывающую полость (в зависимости от конструкции насосной части). Если электронасосы предназначены для перекачивания только чистых жидкостей без механических включений, то они в своей конструкции могут не иметь фильтра для очистки перекачиваемой жидкости, поступающей для смазки и охлаждения подшипников.

Основные параметры электронасосов приведены в табл. 24.77. Электронасосы с маркировкой взрывозащиты по ГОСТ 12.2.020-76 (IExdslIBT4, IExdslIBT3 и т. п.) изготавливаются по ГОСТ 20791-83, электронасосы с маркировкой взрывозащиты по ПИВРЭ ОАА.684.053-67 (ВЗТ4 — В, С; ВЗТ3 — В, С и т. п.) — по ГОСТ 20791-75.

Условные обозначения электронасосов расшифровываются следующим образом:

электронасосы ХГ: первая группа цифр и букв (1,5ХГ-6, 2ХГ-3, 4ХГ-12 и т. д.) — типоразмер электронасоса; буквы ХГ обозначают химический, герметический; цифры перед ХГ обозначают диаметр напорного патрубка, мм, уменьшенный в 25 раз, цифра после ХГ — коэффициент быстротходности ступени, уменьшенный в 10 раз; вторая группа цифр — мощность электродвигателя, кВт; последняя цифра — конструктивное исполнение электронасоса

Таблица 24.77. Технические данные электронасосов ХГ и ЦГ

Тип электронасоса	Подача, м³/ч	Напор, м	Допустимый кавитационный запас, м, не более	Давление в контуре электронасоса, МПа	КПД на воде при номинальной подаче, %	Напряжение сети*, В	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Коэффициент мощности cos φ	Параметры охлаждающей жидкости			Маркировка взрывозащиты электронасоса	Температура перекачиваемой жидкости, °С	Тип перекачиваемой жидкости
									Давление, МПа	Расход, м³/ч	Температура, °С			
1,5ХГ-6-2,8-2	8	18	2,5	1,57	21	380, 500, 660	2,8	0,72	—	—	—	IExdsIIBT4	— 50 ÷ + 100	1
1,5ХГ-6 × 2-2,8-2		35			24									
1,5ХГ-6 × 3-2,8-2		53			26									
1,5ХГ-3-2,8-3	8	53	2	1,08 – 1,47	21	380, 500, 660	2,8	0,72	0,392	0,5	30	IExdsIIBT4	+ 135	1
												IExdsIIBT3	+ 135 ÷ + 200	
												IExdsIIBT2	+ 200 ÷ + 300	
												IExdsIIBT1	+ 300 ÷ + 360	
1,5ХГ-3-2,8-4	8	53	2,5	4,9	23	380, 500, 660	2,8	0,72	—	—	—	IExdsIIBT4	— 50 ÷ + 50	1
1,5ХГ-3-2,8-5													+ 50 ÷ + 100	
2ХГ-3-14-4	20	88	3	4,9	25	380, 500, 660	14	0,8	—	—	—	IExdsIIBT4	— 50 ÷ + 50	1
2ХГ-3-14-5					23								+ 50 ÷ + 100	
2ХГ-4а-10-4	20	61	3	4,9	25	380, 500, 660	10,0	0,79	—	—	—	ВЗТ4—В,С	— 50 ÷ + 50	2
2ХГ-4а-10-5					23								+ 50 ÷ + 100	

Тип электронасоса	Подача, м³/ч	Напор, м	Допустимый кавитационный запас, м, не более	Давление в контуре электронасоса, МПа	КПД на воде при номинальной подаче, %	Напряжение сети*, В	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Коэффициент мощности cos φ	Параметры охлаждающей жидкости			Маркировка взрывозащиты электронасоса	Температура перекачиваемой жидкости, °С	Тип перекачиваемой *** жидкости
									Давление, МПа	Расход, м³/ч	Температура, °С			
ЦГ 12,5/50-4-4	12,5	50	2	4,9	33	380, 415, 660	4	0,8	—	—	—	IExdsIIBT4	— 50 ÷ + 50	1
ЦГ 12,5/50-4-5									0,4	0,1	30		+ 50 ÷ + 100	
ЦГ 12,5/50-4-6	12,5	50	1	4,61	26	380, 415, 660	4	0,8	0,4	0,1	30	IExdsIIBT4	+ 135	1
												IExdsIIBT3	+ 135 ÷ + 200	
												IExdsIIBT2	+ 200 ÷ + 300	
												IExdsIIBT1	+ 300 ÷ + 360	
ЦГ 25/20-3-6 ЦГ 25/20-3-3	25	50	2,2	4,61	35	380, 660	3	0,77	—	—	—	IExdsIIBT4	+ 135	1
				1,08								IExdsIIBT3	+ 135 ÷ + 200	
												IExdsIIBT2	+ 200 ÷ + 300	
												IExdsIIBT1	+ 300 ÷ + 360	
ЦГ 25/50-7,5-6	25	50	1,8	4,9		380, 660	7,5	—	—	—	—	IExdsIIBT4	+ 135	1
												IExdsIIBT3	+ 135 ÷ + 200	
												IExdsIIBT2	+ 200 ÷ + 300	
												IExdsIIBT1	+ 300 ÷ + 360	

ЦГ 25/50-7,5-4	25	50	1,8	4,9	35	380, 415, 660	7,5	0,79	—	—	—	IExdsIIBT4	—50 ÷ +50	2
ЦГ 25/50-7,5-5													+50 ÷ +100	
ЦГ 25/80-15-6	25	80	2,5	4,9	30	380, 660	15	0,8	0,4	1,0	30	B3T4—B,C	+135	1
												B3T3—B,C	+135 ÷ +200	
												B3T2—B,C	+200 ÷ +300	
												B3T1—B,C	+300 ÷ +360	
ЦГ 50/12,5-3-1	50	12,5	1,3	1,57	44	380, 660	3	0,59	—	—	—	IExdsIIBT4	—50 ÷ +50	1
ЦГ 50/50-15-6	50	50	3	4,9	42	380, 660	15	0,8	0,4	1,0	30	IExdsIICT4	+135	1
												IExdsIICT3	+135 ÷ +200	
												IExdsIICT2	+200 ÷ +300	
												IExdsIICT1	+300 ÷ +360	
ЦГ 50/50-15-1	50	50	3	1,57	45	380, 500, 660	15	0,8	—	—	—	IExdsIIBT4	+50 ÷ +100	1
ЦГ 50/50-15-4	50	50	3	4,9	45	380, 500, 660	15	0,8	—	—	—	IExdsIIBT4	—50 ÷ +50	1
ЦГ 50/50-15-5			2,8	4,9	44				0,4	0,25	28		+50 ÷ +100	
ЦГ 50/80-K-22-4	50	80	2,2	4,9	25	380	22	0,81	—	—	—	IExdsIIBT4	—100 ÷ 0	3
ЦГ 50/80-30-4	50	80	2,2	4,9	38	380, 415, 660	30	0,82	—	—	—	IExdsIIBT4	—50 ÷ +50	2
ЦГ 100/50-30-1	100	50	3,5	1,57	43	380, 660	30	0,82	—	—	—	B3T4—B,C	—50 ÷ +50	2

Тип электронасоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Допустимый кавитационный запас, м, не более	Давление в контуре электронасоса, МПа	КПД на воде при номинальной подаче, %	Напряжение сети*, В	Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Коэффициент мощности cos φ	Параметры охлаждающей жидкости			Маркировка взрывозащиты электронасоса	Температура перекачиваемой жидкости, °С	Тип перекачиваемой жидкости
									Давление, МПа	Расход, м ³ /ч	Температура, °С			
ЦГ 100/50-30-4	100	50	3,4	4,9	49	380, 415, 660	30	0,84	—	—	—	IExdsIIBT4	— 50 ÷ + 50	1
ЦГ 100/50-30-5													+ 50 ÷ + 100	
ЦГ 100/50-30-6	100	50	3,5	4,9	40 ^а	380, 660	30	0,82	0,4	1	—	B3T4—B,C	+ 135	1
												B3T3—B,C	+ 135 ÷ + 200	
												B3T2—B,C	+ 200 ÷ + 300	
												B3T1—B,C	+ 300 ÷ + 360	
ЦГ 100/80-45-5	100	80	3	4,9	41	380, 415, 660	45	0,82	0,7	1,0	30	IExdsIIBT4	+ 50 ÷ + 100	2
ЦГ 100/125-75-4	100	125	3,5	4,9	40	380, 415, 660	75	0,87	0,4	1	30	IExdsIIBT4	— 50 ÷ + 50	1
ЦГ 100/125-75-5													+ 50 ÷ + 100	
ЦГ 100/125-К-75-5	100	125	2	4,9	40	380, 660	75	0,87	—	—	—	IExdsIIBT4	— 70 ÷ + 50	2
ЦГ 200/50-45-4	200	50	6	4,9	50	380, 660	45	0,80	0,4	2	30	B3T4—B,C	— 50 ÷ + 50	2
ЦГ 200/80-75-6	200	80	4,5	—	48	380, 415, 660	75,0	0,87	0,4	1,5	30	IExdsIIBT4	+ 135	2
												IExdsIIBT3	+ 135 ÷ + 200	
												IExdsIIBT2	+ 200 ÷ + 300	
												IExdsIIBT1	+ 300 ÷ + 360	

* Электронасосы изготавливаются по заказу на одно из напряжений, указанных в таблице.

** Типы перекачиваемой жидкости: 1 — агрессивная, нейтральная, токсичная, легковоспламеняющаяся; 2 — агрессивная, нейтральная, токсичная, легковоспламеняющаяся, сжиженный газ; 3 — сжиженный газ.

в зависимости от температуры перекачиваемой жидкости и условного давления (избыточного) в контуре электронасоса;

электронасосы ЦГ: первая группа букв и цифр — типоразмер электронасоса; буквы ЦГ обозначают центробежный, герметичный; цифра перед дробью — номинальная подача, м³/ч, цифра после дроби — номинальный напор, м; вторая группа цифр и последняя цифра расшифровываются так же, как и в электронасосах ХГ.

Подробная расшифровка условного обозначения электронасосов приведена в ГОСТ 20791-83 и в эксплуатационной документации.

24.18. Двигатели электрических сверл, буров, электронасосов

24.18.1. Сверло электрическое ручное СЭР-19М

Сверло предназначено для бурения шпуров диаметром до 50 мм в горных породах с коэффициентом крепости до 4 по шкале М. М. Протодьяконова. Сверло соответствует ТУ 12-44-144-75 и изготавливается в рудничном взрывобезопасном исполнении РВ и соответствует требованиям ПБ.

В состав сверла входят трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором и редуктор, помещенные в общий алюминиевый корпус со щитком, имеющим камеру для ввода и подключения кабеля и рукоятки. В одну из рукояток встроен действующий однополюсный выключатель. Со стороны редуктора имеется патрон (буродержатель). Сверло обеспечивает работу с устройством для пылеподавления и дистанционное управление пусковым агрегатом, предназначенным для питания, коммутирования и защиты ручных горных сверл.

Технические данные сверла СЭР-19М:

Номинальная мощность на шпинделе при кратковременном режиме работы с длительностью периода не-
изменной номинальной на-
грузки 30 мин, кВт . . . 1,2 ± 0,12

Номинальная потребляемая
мощность, кВт 1,85 ± 0,19

Номинальное напряжение, В,
не более 127

Номинальная частота вра-
щения шпинделя, об/мин 600 ± 60;
750 ± 75

Номинальное усилие на руч-
ках сверла от реактивного
момента, Н, не более . . 150

Масса сверла, кг, не более 16,5

Частота тока, питающего
сверло, Гц 50 ± 0,1

Отношение максимального
и начального пускового
вращающих моментов на
шпинделе к номинальному,
не менее 2,5

Климатическое исполнение в
соответствии с ГОСТ
15150-69 У категории 5

Условия работы:

температура окружаю-
щего воздуха, °С — 10 ÷ +35

относительная влаж-
ность окружающего воз-
духа при 35 °С, % . . . 100

высота над уровнем мо-
ря, м До 1000

колебания напряжения
сети, В От 120 до 140

Превышение температуры
наружной поверхности
сверла над температурой
окружающего воздуха при
номинальной нагрузке, °С,
не более 30

24.18.2. Сверло с виброзащитой ЭРВ

Сверло предназначено для бурения шпу-
ров до 50 мм в горных породах с коэффи-
циентом крепости до 4 по шкале М. М. Про-
тодьяконова.

Сверло соответствует требованиям ТУ
12.48.70.093-79.

Основные технические данные сверла

Номинальная мощность на
шпинделе, кВт 1,2

Номинальное напряжение, В . . 127

Частота, тока, питающего свер-
ло, Гц 50

Номинальная частота враще-
ния шпинделя, об/мин . . . 750, 960

Отношение максимального и
начального пускового враща-
ющих моментов на шпинделе
к номинальному, не менее . . 2,5

Изменение частоты вращения
шпинделя Смена
редуктора

Климатическое исполнение в
соответствии с ГОСТ 15150-69 У категории
5

Условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха, °С	$-10 \div +35$
относительная влажность окружающего воздуха при 25°C и высоте над уровнем моря до 1000 м, % . . .	98
Превышение температуры наружной поверхности сверла над окружающим воздухом при номинальной нагрузке и напряжении 127 ± 2 В, °С, не более	35
Масса сверла, кг, не более . .	18
Габаритные размеры, мм, не более	
длина	380
ширина	320
высота	335

Сверло имеет исполнение по уровню взрывозащиты — РВ, по виду взрывозащиты — 2В-И; по степени защиты — IP54 и соответствует требованиям ПБ. Сверло обеспечивает дистанционное управление пусковым агрегатом, предназначенным для питания, коммутирования и защиты ручных горных сверл.

24.18.3. Колонковое сверло СЭК-1

Сверло предназначено для вращательного способа бурения шпуров с промывкой по породам с коэффициентом крепости до 12 по шкале М. М. Протодяконова при прохождении горных выработок в угольной и горнорудной промышленности.

Колонковое сверло состоит из трехфазного двухскоростного двигателя с короткозамкнутым ротором контроллера и редуктора, встроенных в алюминиевую оболочку, механизма управления движением шпинделя и осевого промывочного устройства.

Технические данные сверла

Мощность часовая, кВт, при частоте вращения:	
1440 об/мин	3,6
2990 об/мин	4,8
Напряжение, В	380 или 660
Частота вращения ротора двигателя, об/мин	1440/2900
Ток, А	8,65/9,2 или 5/5,3
КПД двигателя	0,83/0,86
Коэффициент мощности . .	0,759/0,925

Частота вращения ходового винта, об/мин:

при выпуске с завода . . .	152/305
при замене шестерен . . .	102/205

Скорость подачи ходового винта, мм/об:

при выпуске с завода . . .	1,86
при замене шестерен . . .	0,88; 2,88

Максимальный ход ходового винта, мм

Осевое усилие, Н	От 2000 до
----------------------------	------------

Диаметр буримых шпуров, мм	15 000
Исполнение	36—50

Рудничное, взрывобезопасное РВ

Управление двигателем . . Дистанционное по шестижильной искробезопасной и обычной схемам, а также местное

24.18.4. Бур электрогидравлический ЭБГП-1

Бур предназначен для бурения наклонных и горизонтальных шпуров диаметром до 50 мм в горных породах с коэффициентом крепости до 12 по шкале М. М. Протодяконова при проведении буровзрывных работ в угольной, горнорудной и других отраслях промышленности в следующих условиях эксплуатации:

Температура окружающего воздуха, °С:

без промывки шпура	$-10 \div 0$
с промывкой шпура	$0 \div +35$

Относительная влажность окружающего воздуха, % До 98

Высота над уровнем моря, м До 1000

Допустимые колебания напряжения сети переменного тока частотой 50 Гц, В:

при $U_{ном} = 380$ В	360—420
при $U_{ном} = 660$ В	630—720

Управление двигателем осуществляется реверсивным переключателем бура: местное (прямым воздействием на силовую цепь двигателя);

дистанционное (косвенным воздействием на силовую цепь двигателя — через пускатель).

Значения номинальных мощностей двигателя на штанге бура соответствуют кратковременному режиму работы с длительностью периода неизменной номинальной нагрузки 60 мин (часовому режиму).

Техническая характеристика бура ЭБП-I		Заземление бура	Через заземляющую жилу кабеля
Исполнение бура	Рудничное взрывобезопасное РВ	Габаритные размеры, мм, не более:	
Номинальная мощность на штанге, кВт, не менее	2,5	длина	1680
Номинальное напряжение, А	380/660	ширина	400
Частота тока, Гц	50	высота	410
Наибольшее усилие подачи штанги, Н	1500	Масса бура, кг, не более	130
Максимальный ход штанги, м, не менее	2,2	Привод бура	Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором
Номинальная подача штанги, мм/об	0,5—5	Номинальные данные двигателя:	
Скорость обратного хода штанги, м/мин, не менее	5	мощность, кВт, не менее	3,5
Номинальная частота вращения штанги, об/мин:		ток, А	8/4,6
первая скорость	170	кратность пускового тока, не более	8
вторая скорость	315	частота вращения ротора, об/мин, не менее	2770
Кратность начального пускового момента на шпинделе, не менее	2,2	КПД, не менее	0,82
Кратность максимального момента на шпинделе, не менее	2,5	cos φ, не менее	0,88
Буровая штанга	Пустотелая круглая (Ø 32 мм) с продольными пазами	24.19. Асинхронные взрывозащищенные двигатели новых типов	
Подача шпинделя	Гидравлическая		
Скорость подачи шпинделя при холостом ходе, м/мин, не менее	1,4	В 1986—1988 гг. закончена разработка и начат промышленный выпуск новых или модернизированных типов асинхронных взрывозащищенных двигателей в соответствии со следующими техническими условиями: Технические данные этих двигателей приведены в табл. 24.78—24.91.	
Количество рабочей жидкости для питания гидросистемы, кг	5		
Рабочая жидкость гидросистемы в зависимости от крепости породы:		Двигатели серии АИМ, АИУ с высотой оси вращения, мм: 63, 71, 80 ТУ 16-525.722-87 90 ТУ 16-525.614-85 100 ТУ 16-525.666-86 112 ТУ 16-525.626.12ТУ 160, 180 ТУ 16-526.595-85 200, 225 ТУ 16-526.704-87 Двигатели 4ВР225МИ ТУ 16-526.530-83 Двигатели АИУМ225М4 ТУ 16-88, ИМШБ526426.032ТУ	
для пород крепостью $f \leq 8$	Масло промышленного марок И-12А, И-20А или ФИ-30А ГОСТ 20799-75		
для пород крепостью $f > 8$	Масло турбинное «22» ГОСТ 32-74	Двигатели 2ЭДКОФ250, 2ЭДКОФВ250 ТУ 16-510.839-83 Двигатели 2ЭДКО4-110, 2ЭДКО4-110-2 ТУ 16-526.684-86	
Способ удаления буровой мелочи	Промывка водой		
Давление промывочной воды в магистрали, Па, не менее	4·10 ⁵		

Таблица 24.78. Технические данные двигателей АИМ, АИУ с высотой оси вращения 63—80 мм

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$ кВт	n_c , об/мин при частоте тока сети, Гц		КПД, %	$\cos \varphi$	s , %	$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\min}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг·м ²
		50	60								
АИМ63А2, АИУ63А2	0,37	3000	3600	73,2	0,84	10	5,0	2,6	1,4	2,6	0,00043
АИМ63В2, АИУ63В2	0,55			76,2	0,85	10	5,9	2,3	1,4	2,6	0,00059
АИМ71А2, АИУ71А2	0,75			78,2	0,86	7	5,9	2,7	1,4	2,6	0,00085
АИМ71В2, АИУ71В2	1,1			80	0,87	7	5,3	2,6	1,4	2,7	0,0011
АИМ80А2, АИУ80А2	1,5			81	0,90	7	6	2,3	1,4	2,5	0,00171
АИМ80В2, АИУ80В2	2,2			83	0,91	7	6	2,3	1,4	2,5	0,00234
АИМ63А4, АИУ63А4	0,25			70	0,75	10	4,1	2,2	1,3	2,3	0,0006
АИМ63В4, АИУ63В4	0,37			71,2	0,77	10	4,1	2,2	1,3	2,3	0,0008
АИМ71А4, АИУ71А4	0,55	1500	1800	74,3	0,78	10	4,1	2,2	1,3	2,3	0,0013
АИМ71В4, АИУ71В4	0,75			76,2	0,78	7	4,4	2	1,3	2,3	0,0016
АИМ80А4, АИУ80А4	1,1			79	0,81	7	5,1	1,8	1,3	2,3	0,0026
АИМ80В4, АИУ80В4	1,5			80,3	0,80	7	5,1	1,8	1,3	2,3	0,0034
АИМ71А6, АИУ71А6	0,37	1000	1200	70	0,73	10	3,6	1,8	1,2	2	0,0013
АИМ71В6, АИУ71В6	0,55			71	0,75	10	3,6	1,8	1,2	2	0,00204
АИМ80А6, АИУ80А6	0,75			72,1	0,74	7	4,5	1,8	1,2	2	0,0034
АИМ80В6, АИУ80В6	1,1			74,2	0,75	7	4,5	1,8	1,2	2	0,0047

Примечания: 1. Двигатели изготавливаются на напряжение 220, 240, 380, 415, 550, 660 В при частоте тока питающей сети 50 Гц и 220, 230, 240, 380, 400, 415, 440 В при частоте 60 Гц.

2. Режим работы двигателей — S1. Двигатели допускают работу в режимах S2, S3, S4 с ПВ в соответствии с ГОСТ183-74.

3. Для двигателей на частоту тока сети 60 Гц допускается снижение кратности начального пускового и минимального моментов на 10%, повышение кратности начального пускового тока на 10%.

Таблица 24.79. Технические данные двигателей АИМ, АИУ90, 100 и АИМР, АИУР90, 100

Тип двигателя	$P_{2ном},$ кВт	n_c , об/мин, при частоте тока сети, Гц		КПД, %	$\cos \varphi$	$s, \%$	$\frac{I_{II}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{II}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	Момент инерции ротора, кг · м ²
		50	60								
АИМ, АИУ90L2 АИМР, АИУР90L2	3	3000	3600	83,0	0,87	5	6,5	2,1	1,3	2,5	0,005
АИМ, АИУ90L4 АИМР, АИУР90L4	2,2	1500	1800	81,5	0,8	6,5	6	2	1,4	2,7	0,0075
АИМ, АИУ90L6 АИМР, АИУР90L6	1,5	1000	1200	76,7	0,72	7	4,4	2,1	1,3	2,4	0,0077
АИМ, АИУ100S2 АИМР, АИУР100S2	4	3000	3600	85,5	0,87	4	6,7	2,3	1,8	2,8	0,0077
АИМ, АИУ100L2 АИМР, АИУР100L2	5,5	3000	3600	86,0	0,89	4,8	6,7	2,2	1,8	2,7	0,0094
АИМ, АИУ100S4 АИМР, АИУР100S4	3	1500	1800	81,8	0,81	5,3	5,3	2	1,6	2,6	0,0107
АИМ, АИУ100L4 АИМР, АИУР100S4	4	1500	1800	84,2	0,83	4,9	5,5	2,2	1,6	2,6	0,0138
АИМ, АИУ100L6 АИМР, АИУР100L6	2,2	1000	1200	81,5	0,74	4,5	5,2	2	1,4	2,5	0,016

Примечание. См. примечания 1 и 2 к табл. 24.78.

Таблица 24.80. Технические данные двигателей АИМ, АИУ112

Тип двигателя	$P_{2ном},$ кВт	$n_c,$ об/мин, при частоте тока сети, Гц		КПД, %	$\cos \varphi$	$s, \%$	$\frac{I_{II}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{II}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	Момент инерции ротора, кг · м ²
		50	60								
АИМ, АИМР, АИУ, АИУР112М2	7,5	3000	3600	88	0,9	4,2	7	2,4	2	3,1	0,0145
АИМ, АИМР, АИУ, АИУР112М4	5,5	1500	1800	87	0,84	4	7	2,3	1,8	2,8	0,0245
АИМ, АИМР, АИУ, АИУР112МА6	3	1000	1200	80	0,79	5,5	5,1	2	1,5	2,8	0,027
АИМ, АИМР, АИУ,	4	1000	1200	82,6	0,78	4,6	5,6	2	2	3,2	0,0343

Продолжение табл. 24.80

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	n_c , об/мин, при частоте тока сети, Гц		КПД, %	$\cos \varphi$	s , %	$\frac{I_{II}}{I_{НОМ}}$	$\frac{M_{II}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{min}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{max}}{M_{НОМ}}$	Момент инерции ротора, кг·м ²
		50	60								
АИУР112МВ6 АИМ, АИМР, АИУ,	2,2	750	900	75	0,7	5	5	1,9	1,5	2,2	0,0265
АИУР112МА8 АИМ, АИМР, АИУ,	3	750	900	77,2	0,71	6,7	4,9	1,9	1,5	2,4	0,0343
АИУР112МВ8											

Примечания: 1. См. примечание 1 и 2 к табл. 24.78.

2. Для двигателей на частоту тока сети 60 Гц допускается изменение кратности начального пускового момента на $\pm 10\%$.

Таблица 24.81. Технические данные двигателей АИМ160, 180

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	n_c , об/мин, при частоте тока сети, Гц		КПД, %	$\cos \varphi$	s , %	$\frac{I_{II}}{I_{НОМ}}$	$\frac{M_{II}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{min}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{max}}{M_{НОМ}}$	Момент инерции ротора, кг·м ²
		50	60								
АИМ160S2	15	3000	3600	89,5	0,88	2,6	6,5	2,1	1,4	2,4	0,044
АИМ160M2	18,5	3000	3600	90,5	0,88	2,6	7	2,5	1,4	2,8	0,051
АИМ160S4	15	1500	1800	90	0,85	2,5	6,8	2,2	1,2	2,5	0,087
АИМ160M4	18,5	1500	1800	90,5	0,84	2,6	6,5	2,6	1,2	2,5	0,114
АИМ160S6	11	1000	1200	88	0,83	2,4	6,5	2	1,2	2,5	0,14
АИМ160M6	15	1000	1200	88	0,83	2,6	6,5	2	1,2	2,4	0,187
АИМ160S8	7,5	750	900	85	0,7	2,6	5,5	2,2	1,2	2,8	0,14
АИМ160M8	11	750	900	86	0,72	2,6	5	2	1,2	2,2	0,187
АИМ180S2	22	3000	3600	91	0,89	2,5	6,9	2,5	1,4	3	0,075
АИМ180M2	30	3000	3600	91,5	0,9	2,5	6,9	2,4	1,4	2,8	0,09
АИМ180S4	22	1500	1800	91,2	0,85	2	6,5	2,2	1,3	2,5	0,173
АИМ180M4	30	1500	1800	91,5	0,88	2	6,4	2,4	1,3	2,6	0,213
АИМ180M6	18,5	1000	1200	89,5	0,83	2,5	5,7	2	1,2	2,3	0,32
АИМ180M8	15	750	900	87	0,72	2,5	6	2,1	1,2	2,2	0,32

Примечание. См. примечания к табл. 24.78.

Таблица 24.82. Технические данные двигателей АИМР200, 225

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	n_c , об/мин, при частоте тока сети, Гц		s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_{II}}{I_{НОМ}}$	$\frac{M_{II}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{min}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{max}}{M_{НОМ}}$	Удельная масса, кг/кВт	Момент инерции ротора, кг·м ²	Масса, кг
		50	60										
АИМР200M2	37	3000	3600	2	92,5	0,9	6,9	2,4	1,2	2,8	8,11	0,17	300
АИМР200L2	45	3000	3600	2	93	0,9	6,9	2,3	1,2	2,7	7,11	0,18	320
АИМР200M4	37	1500	1800	2	92,5	0,88	6,7	2,5	1,2	2,7	8,6	0,34	320
АИМР200L4	45	1500	1800	2	93	0,88	6,7	2,5	1,2	2,7	7,8	0,39	350
АИМР200M6	22	1000	1200	2	91	0,84	6	2,2	1,2	2,4	13,2	0,54	290
АИМР200L6	30	1000	1200	2,5	91,5	0,85	5,7	2,2	1,2	2,4	11	0,60	330
АИМР200M8	18,5	750	900	2,5	89,5	0,8	5	2,1	1,2	2,2	16,5	0,54	305

Продолжение табл. 24.82

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	n_c , об/мин, при частоте тока сети, Гц		s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_n}{I_{ном}}$	$\frac{M_n}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	Удельная масса, кг/кВт	Момент инерции ротора, кг·м ²	Масса, кг
		50	60										
АИМР200L8	22	750	900	2,5	89,5	0,81	5	2,1	1,2	2,2	15	0,6	330
АИМР225М2	55	3000	3600	1,5	93,5	0,89	6,9	2,1	1,2	2,7	7,3	0,27	415
АИМР225М4	55	1500	1800	1,6	93,5	0,87	6,7	2,5	1,2	2,5	7,7	0,61	435
АИМР225М6	37	1000	1200	2,5	91,5	0,88	6,4	2,4	1,2	2,5	11,2	0,9	430
АИМР225М8	30	750	900	2,5	91	0,81	5,5	2,1	1,2	2,2	13,6	0,9	425

Примечание: См. примечания 1 и 2 к табл. 24.78.

Таблица 24.83. Технические данные двигателей АИУМ225М4 и 4ВР225М4

Тип двигателя	$P_{2ном}$, кВт	n_c , об/мин, при частоте тока сети, Гц		s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_n}{I_{ном}}$	$\frac{M_n}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	Момент инерции ротора, кг·м ²	Масса, кг
		50	60									
АИУМ225М4	55	1500	1800	1,6	92,5	0,87	7,5	3,2	2,4	3,1	0,975	505
4ВР225М4	45	1500	1800	1,2	92,4	0,84	7,5	2,9	2,2	3,2	—	400

Примечания: 1. Двигатели выпускаются для внутрисоюзных поставок на напряжение 380/660 В, для поставок на экспорт — 380/660, 500 В на частоту тока сети 50 Гц и 500, 660 В на частоту тока сети 60 Гц.
2. Режим работы двигателей — S1.
3. См. примечание 3 к табл. 24.78.

Таблица 24.84. Технические данные двигателей 2ЭДКО4-110, 2ЭДКО4-110-2

Параметр	2ЭДКО4-110		2ЭДКО4-110-2	
	Режим работы		Режим работы	
	S4 - 60%, 30 вкл/ч	S2—60 мин	S4 - 60%, 30 вкл/ч	S2—60 мин
Номинальная мощность, кВт	110	150	110	130
Номинальное напряжение, В	660			
Ток статора	125	173	124	147,5
КПД, %	92,5	92	92,5	92
Коэффициент мощности	0,835	0,855	0,835	0,84
Скольжение, %	2,00	2,67	2	2,67
Ток пусковой, А	950		650	
Момент пусковой, Н·м	2400		1650	
Момент максимальный, Н·м	2500		1520	
Отношение пускового тока к номинальному	7,6	5,5	5,2	4,4
Отношение минимального момента к номинальному	3	2,2	1,8	1,5
Отношение максимального момента к номинальному	3,5	2,6	2,1	1,8
Отношение пускового момента к номинальному	3,4	2,5	2,3	1,9
Момент инерции ротора, кг·м ²	0,107	0,107	0,107	0,107

Таблица 24.85. Технические данные схемы соединения фаз обмотки статора двигателей 2ЭДКОФ250 и 2ЭДКОФВ250

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}},$ кВт	$U_{\text{ном}},$ В	$f,$ Гц	Схема соедине- ния фаз обмотки статора	$I_{\text{ном}},$ А	$s,$ %	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг·м ²	Допус- тимая мощность в режиме S2—60 мин, кВт				
2ЭДКОФ250М4У2,5	55	660/380	50	Y/Δ	60,5/105	1,5	92,5	0,86					0,6	75				
2ЭДКОФ250М4У2,5*		660/380		Y/Δ	60,5/105													
		500		Y	80													
		660	60		60,5	1,1												
2ЭДКОФ250М4Т2,5		660/380	50	Y/Δ	60,5/105	1,5										3,2	2,5	3,1
		500			80													
		660	60	Y	60,5	1,1												
2ЭДКОФВ250М4У2,5	55	1140/660	50	Y/Δ	35/60,5	1,5	0,85	7,5										
2ЭДКОФВ250М4У2,5*		1140/660		Y/Δ	35/60,5													
		1000		Δ	40													
2ЭДКОФВ250М4Т2,5		1140/660		Y/Δ	35/60,5													
		1000		Y	40													
2ЭДКОФВ250LA4У2,5	90	1140/660		Y/Δ	58/100	1,8	93				3,3	1,05	110					
2ЭДКОФВ250LA4У2,5*		1140/660	Y/Δ	58/100														
		1000	Y	66														
		500		132														

		660	60	Δ	100	1,5	93											
2ЭДКОФВ250LA4Т2,5	90	1140/660	50	Υ/Δ	58/100	1,8												
		1000		Υ	66													
		500		Υ	132													
		660	60	Δ	100	1,5												
2ЭДКОФВ250LB4У2,5	110	1140/660	50	Υ/Δ	70,5/121,5	1,8	93,2	0,85	7,5	3,2	2,5	3,2	1,14	132				
1140/660		Υ/Δ		70,5/121,5														
1000		Υ		85														
500		Υ		161														
2ЭДКОФВ250LB4У2,5		660	60	Δ	121,5													
		1140/660	50	Υ/Δ	70,5/121,5													
		1000		Υ	80													
		500			161													
2ЭДКОФВ250LB4Т2,5		660	60	Δ	121,5													

* Для поставок на экспорт в страны с умеренным климатом.

Примечание. Режим работы — S1.

Таблица 24.86. Технические данные двигателей ЭКВЖ4 и ЭВ5УС

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	$I_{\text{ном}}$, А	$I_{\text{п}}$, А	$M_{\text{п}}$, Н·м	M_{max} , Н·м	Момент инерции ротора, кг·м ²
ЭКВЖ4-250	250	1000 1140 660	3,3	85,5	0,81	208 182 315	1000 850 1450	3100	4100	2,25
ЭКВЖ4-315	315	1000 1140 660	3,8	86	0,81	260 228 395	1150 1000 1700	3600	4600	3,15
ЭВ5УС	160	660 1140	1,1	94	0,87	171 99	1660 930	2500	4000	—

Примечания: 1. Синхронная частота вращения 1500 об/мин.

2. Режим работы двигателей ЭКВЖ С4—60%, 60 включений в 1 ч; двигателей ЭВ5УС С4—90%, 150 включений в 1 ч.

Таблица 24.87. Технические данные двигателей ЭКВЭ4 и ЭКВЖЭ4

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	$I_{\text{ном}}$, А	$I_{\text{п}}$, А	$M_{\text{п}}$, Н·м	M_{max} , Н·м	Момент инерции ротора, кг·м ²	Масса, кг
ЭКВЭ4-200	200	1140 1000 660	4,6	89,5	0,83	136 156 236	830 946 1440	2300	3900	2,65	1720
ЭКВЖЭ4	315	1140 1000 660*	4,6	85,5	0,8	233 266 403	1000 1150 1730	2800	4600		1780
ЭКВЖЭ4-280*	280	1140 660	5,2	85	0,81	205 356	830 1440	2300	3900		1780

* Изготавливаются по заказам потребителя.

Примечания: 1. Синхронная частота вращения 1500 об/мин.

2. Режим работы С4—60%, 30 включений в 1 ч, коэффициент инерции 2,5.

Таблица 24.88. Технические данные двигателей ЭКВ3, ЭКВ4

Тип двигателя	$U_{\text{ном}}$, В	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$I_{\text{п}}$, А	$I_{\text{ном}}$, А	$M_{\text{п}}$, Н·м	M_{max} , Н·м	$n_{\text{с}}$, об/мин	s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	ПВ, %	Число включений в час	Расход охлаждающей воды, м ³ /ч	Момент инерции ротора, кг·м ²
ЭКВ4-140	660	140*	1000	157	2100	2500	1500	3,2	92	0,85	60	30	0,8—1,2	2,3
ЭКВ4-140-2				155				1,3	93,2					2,5
ЭКВ4-140-3				157				3,2	92					2,3
ЭКВ4-140-4				155				1,3	93,2					2,5

Продолжение табл. 24.88

Тип двигателя	$U_{ном}, В$	$P_{2ном}, кВт$	$I_n, А$	$I_{ном}, А$	$M_n, Н \cdot м$	$M_{max}, Н \cdot м$	$n_c, об/мин$	$s, \%$	КПД, %	$\cos \varphi$	ПВ, %	Число включений в час	Расход охлаждающей воды, м ³ /ч	Момент инерции ротора, кг · м ²
ЭКВ4-140	500	140*	1320	204	2100	2500	1500	3,2	92,1	0,86	60	30	0,8—1,2	2,3
ЭКВ4-140-2				202				1,3	93					2,5
ЭКВ4-140-3				204				3,2	92,1					2,3
ЭКВ4-140-4				202				1,3	93					2,5
ЭКВ3-55	660	55	317	70	860	926	1500	5	87	0,79	60	30	0,8—1,2	0,4**
ЭКВ3-55-2			400	67,3	820	1100		2,9	89,3	0,80				0,47**
ЭКВ3-55	500	55	490	93,6	860	926	1500	5	87	0,78	60	30	0,8—1,2	8**
ЭКВ3-55-2			580	90,2	820	1100		2,9	89,2	0,79				9,4**

* Допустима эксплуатация также в режиме S1 по ГОСТ 183-74.

** Без маховика.

Примечание. Коэффициент инерции — не более 2,5.

Таблица 24.89. Технические данные двигателей ЭКВ3,5-75, ЭКВ5-200-2

Тип двигателя	$P_{2ном},$ кВт	$U_{но.л},$ В	$n_c,$ об/мин	$s,$ %	ПВ, %	Допусти- мое число включе- ний в 1 ч	$I_n,$ А	$I_{ном},$ А	$M_n,$ Н·м
ЭКВ3,5-75	75	500	1500	6,3	40	25	480	120	800
		660					340	91	
		1000					240	59,7	
		1140					210	52,3	
ЭКВ5-200-5	200	660	1500	1,65	60	30	1000	217	2160
		1140		1,5			580	125	2200
		1000					790	144	

Тип двигателя	$M_{min}, Н \cdot м$	$M_{max}, Н \cdot м$	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{I_n}{I_{ном}}$	$\frac{M_n}{M_{ном}}$	$\frac{M_{min}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	Расход охлаждающей воды, м ³ /ч
ЭКВ3,5-75	640	900	85,4	0,85	4	1,57	1,25	1,76	0,8—1,2
ЭКВ5-200-5	1650	2940	94	0,86	4,6	1,66	1,27	2,27	0,8—1,2
	1800	3200	93,5		5,5	1,7	1,4	2,47	

Примечание. Коэффициент инерции — не более 1,2.

Таблица 24.90. Технические данные двигателей ВАСО2

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}},$ кВт	$U_{\text{ном}},$ В	$n_{\text{с}},$ об/мин	КПД, %	$\cos \varphi$	$s,$ %	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$
ВАСО2-22-14У1 ВАСО2-22-14ХЛ1 ВАСО2-22-14Т1	22	380	428,6	89,7	0,73	1,5	1	2,2	5
ВАСО2-30-14У1 ВАСО2-30-14ХЛ1 ВАСО2-30-14Т1	30		428,6	90,3	0,75	1,5	1	2,2	5
ВАСО2-22-14У1 ВАСО2-22-14ХЛ1 ВАСО2-22-14Т1	22	660	428,6	89,7	0,73	1,5	1	2,2	5
ВАСО2-30-14У1 ВАСО2-30-14ХЛ1 ВАСО2-30-14Т1	30		428,6	90,3	0,75	1,5	1	2,2	5
ВАСО2-37-24У1 ВАСО2-37-24ХЛ1 ВАСО2-37-24Т1	37	380	250	89	0,65	1,6	0,8	2,4	4,5
ВАСО2-55-24У1 ВАСО2-55-24ХЛ1 ВАСО2-55-24Т1	55		250	91	0,66	1,6	0,8	2,4	5
ВАСО2-75-24У1 ВАСО2-75-24ХЛ1 ВАСО2-75-24Т1	75		250	92	0,68	1,6	0,8	2,1	5
ВАСО2-37-24У1 ВАСО2-37-24ХЛ1 ВАСО2-37-24Т1	37	660	250	89	0,65	1,6	0,8	2,4	4,5
ВАСО2-55-24У1 ВАСО2-55-24ХЛ1 ВАСО2-55-24Т1	55		250	91	0,66	1,6	0,8	2,4	5
ВАСО2-75-24У1 ВАСО2-75-24ХЛ1 ВАСО2-75-24Т1	75		250	92	0,68	1,6	0,8	2,1	5

Примечание. Режим работы двигателей S1.

Таблица 24.91. Техвические данные двигателей ВАОЗ

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	s , %	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\Pi}}{I_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг · м ²	Допустимое значение среднего уровня звука, дБ	Корректированный уровень звуковой мощности, дБ
3000 и 3600 об/мин										
ВАОЗ-280S-2	132	1,2	93,7	0,9	1,7	2,8	7	1,2	93	107
ВАОЗ-280M-2	160	1,2	94,1	0,91	1,8	2,8	7	1,5	93	107
ВАОЗ-280L-2	200	1,2	94,4	0,91	1,8	2,8	7	2	93	107
ВАОЗ-315A-2	250	1,2	95	0,92	1,5	3,2	7,5	2,9	94	107
ВАОЗ-315L-2	315	1,2	95,4	0,93	1,5	3,2	7,5	3,7	94	107
1500 и 1800 об/мин										
ВАОЗ-280S-4	132	1,3	94,2	0,89	2	2,7	6,7	2,6	89	101
ВАОЗ-280M-4	160	1,4	94,3	0,9	1,8	2,5	6,5	3,3	89	101
ВАОЗ-280L-4	200	1,4	94,6	0,9	2	2,5	6,7	4	89	101
ВАОЗ-315M-4	250	1,1	94,5	0,89	1,7	2,5	6,5	5,6	91	104
ВАОЗ-315L-4	315	1,1	94,5	0,89	1,7	2,5	6,5	6,9	91	104
1000 и 1200 об/мин										
ВАОЗ-280M-6	110	1,4	93,8	0,87	1,6	2,4	6,5	3,8	86	99
ВАОЗ-280L-6	132	1,4	94,1	0,87	1,7	2,4	6,5	4,6	86	99
ВАОЗ-315M-6	160	1,2	94,6	0,86	1,5	2,2	6	7,2	86	99
ВАОЗ-315L-6	200	1,2	94,8	0,86	1,5	2,2	6,2	8,7	86	99
ВАОЗ-355M-6	250	1,2	95,3	0,88	1,7	2,4	6,5	11,3	87	101
ВАОЗ-355L-6	315	1,2	95,7	0,89	1,7	2,4	6,5	14	87	101
750 и 900 об/мин										
ВАОЗ-280M-8	90	1,6	93,1	0,83	1,6	2,2	5,8	4,5	84	97
ВАОЗ-280L-8	110	1,6	93,3	0,83	1,7	2,2	5,8	5,5	84	97
ВАОЗ-315M-8	132	1,3	94,3	0,84	1,4	2,3	5,5	8,9	82	95
ВАОЗ-315L-8	160	1,3	94,5	0,84	1,4	2,4	5,5	10,8	82	95
ВАОЗ-355M-8	200	1,1	94,8	0,85	1,5	2,4	6,5	14,1	82	95
ВАОЗ-355L-8	250	1,1	95,2	0,86	1,5	2,4	6,3	17,3	83	97
600 и 750 об/мин										
ВАОЗ-280M-10	55	1,8	92,3	0,74	1,5	2,2	6	4,5	79	91
ВАОЗ-280L-10	75	1,8	92,6	0,74	1,5	2,2	6	5,5	79	91
ВАОЗ-315S-10	90	1,5	93	0,79	1,3	2,4	6	7,7	79	91
ВАОЗ-315M-10	110	1,5	93,7	0,79	1,3	2,5	6	8,9	79	91
ВАОЗ-315L-10	132	1,5	94,0	0,80	1,4	2,5	6	10,8	82	95
ВАОЗ-355M-10	160	1,2	94,2	0,81	1,5	2,4	6,5	15	82	95
ВАОЗ-355L-10	200	1,2	94,6	0,81	1,5	2,4	6,5	18,6	82	95

Примечания: 1. Двигатели ВАОЗ-280 и ВАОЗ-315, 355 мощностью до 200 кВт изготовляются на номинальное напряжение 380/660 В при частоте 50 Гц, мощностью выше 200 кВт — на номинальные напряжения 380 и 660 В.

2. Режим работы двигателей — S1.

Двигатели ЭВ5УС . . . ТУ 16-510.749-80
 Двигатели ЭКВЖ4 . . . ТУ 16-510.807-83
 Двигатели ЭКВЭ4 и
 ЭКВЭ34 ТУ 16-526.604-85
 Двигатели ЭКВ3,5-75
 и ЭКВ4-140 ТУ 16-526.678-86

Двигатели ЭКВ5-200-2 ТУ 16.510.681-82
 Двигатели ВАО2 . . . ТУ 16-510.777-81
 Двигатели ВАО3-280 ТУ 16-526.683-81
 ВАО3-315 . . .ТУ 16-87.ИМШБ.526726.004ТУ
 ВАО3-355 . . .ТУ 16-87.ИМШБ.526826.008ТУ

РАЗДЕЛ 25

МАШИНЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ИСПОЛНЕНИЙ

25.1. Преобразователи

25.1.1. Преобразователи частоты электромашинные серии ППЧВ

Электромашинные преобразователи частоты ППЧВ (ГОСТ 17493-80) предназначены для преобразования трехфазного тока частотой 50 и 60 Гц в однофазный ток частотой от 1000 до 10 000 Гц. Они применяются для питания электротермических установок повышенной частоты. Преобразователи состоят из индукторного генератора повышенной частоты и трехфазного асинхронного двигателя. Допускается изготовление преобразователей мощностью свыше 630 кВт с приводными синхронными двигателями.

Климатическое исполнение и категория размещения — УХЛ4 и О4 по ГОСТ 15150-69. Номинальный режим работы — S1.

Условия эксплуатации в части воздействия механических факторов внешней среды — М1 по ГОСТ 17516-72.

Преобразователи мощностью до 630 кВт изготавливаются в однокорпусном исполнении с виброизолирующими опорами и устанавливаются без крепления на фундамент. Преобразователи мощностью свыше 630 кВт могут изготавливаться в двухмашинном исполнении с горизонтальным валом.

Типы и основные технические данные преобразователей приведены в табл. 25.1. ГОСТ 17493-80 предусматривается возможность изготовления преобразователей с КПД и частотой, приведенными в табл. 25.2.

Электромашинные преобразователи серии ППЧВ имеют вертикальное исполнение.

В нижней части расположен статор индукторного генератора, а в верхней — двигатель.

Сердечники роторов генератора и двигателя расположены на общем валу. Ротор генератора обмотки не имеет. Ротор двигателя имеет литую короткозамкнутую обмотку. Снаружи преобразователь закрыт разъемным кожухом. Для компенсации внутренней индуктивности в генераторах преобразователей на частоту 4 и 10 кГц последовательно с обмоткой якоря включаются конденсаторы. Якорная обмотка генератора выполняется из высокочастотного провода. Для защиты обмотки якоря параллельно ей устанавливается разрядник.

Система охлаждения — воздушно-водяная с замкнутым циклом охлаждения по воздуху и разомкнутым по воде. Охлаждение воздуха осуществляется воздухоохладителями, расположенными под кожухами преобразователей. В нагретом состоянии преобразователи допускают перегрузки по мощности при номинальных напряжении и $\cos \phi$ генераторов: на 20 % в течение 2 мин и на 50 % в течение 30 с.

Однотипные преобразователи допускают параллельную работу, при этом суммарная мощность параллельно работающих преобразователей составляет менее 90 % суммы их номинальных мощностей при отдаче максимально допустимой мощности наиболее нагруженным преобразователем в продолжительном режиме работы.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры преобразователей серии ППЧВ приведены в табл. 25.3 и на рис. 25.1.

Таблица 25.1. Технические данные преобразователей серии ППЧВ

Показатель	ППЧВ250-2,4-6000УХЛ4, ППЧВ250-2,4-3000УХЛ4	ППЧВ250-2,4-380/660УХЛ4	ППЧВ250-2,4-6000УХЛ4С, ППЧВ250-2,4-3000УХЛ4С	ППЧВ250-2,4-380/ /660УХЛ4С	ППЧВ250-4,0-6000УХЛ4, ППЧВ250-4,0-3000УХЛ4	ППЧВ250-4,0-380/660УХЛ4	ППЧВ250-10,0-6000УХЛ4, ЛЛЧВ250-10,0-3000УХЛ4	ППЧВ250-10,0-380/ /660УХЛ4	ППЧВ500-1,0-6000УХЛ4, ЛЛЧВ500-1,0-3000УХЛ4
Преобразователь									
Мощность, кВт:									
полезная	150	250	250	250	250	250	250	250	500
потребляемая	286	283	286	283	289	286	304	301	551
КПД, %	87,5	88,4	87,5	88,4	86,5	87,4	82,3	83,1	90,7
Частота вращения номинальная, об/с	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,7
Расход охлаждающей воды, 10 ⁻³ м ³ /с	1	1	1	1	1,08	1,08	1,33	1,33	1,5
Масса, кг, не более	3000	3000	3000	3000	2950	2950	3620	3620	3970
Генератор									
Частота, кГц	2,38	2,38	2,38	2,38	3,87	3,87	10	10	1,09
Напряжение, В	800/1600		400/800		800		800		800/1600
Напряжение на обмотке якоря, В	800/1600		400/800		920		960		800/1600
Ток, А	329/165		658/329		313		313		625/313
cos φ	0,95 (емк.)		0,95 (емк.)		1		0,95 (инд.)		1
Ток возбуждения, А	(4,4 ÷ 5,9)/(8,8 ÷ 11,8)		(4,4 ÷ 5,9)/(8,8 ÷ 11,8)		(4,3 ÷ 5,7)/(8,6 ÷ 11,4)		(3,6 ÷ 6,8)/(7,2 ÷ 13,6)		(5,7 ÷ 7,2)/ /(11,4 ÷ 14,4)
Напряжение возбуждения, В	(70 ÷ 110)/(35 ÷ 55)		(70 ÷ 110)/(35 ÷ 55)		(80 ÷ 130)/(340 ÷ 65)		(83 ÷ 183)/(42 ÷ 92)		(170 ÷ 235)/ (88 ÷ 118)
Двигатель									
Частота, Гц	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Напряжение, В	6000	380/660	6000	380/660	6000	380/660	6000	380/660	6000
Ток, А	30,9/61,8	476,1/274,9	30,9/61,8	476,1/274,9	31,3/62,6	481,5/278	32,9/65,8	506,5/292,4	58,9
cos φ	0,89	0,9	0,89	0,9	0,89	0,9	0,89	0,9	0,9

Примечание. В таблице приняты следующие сокращения: емк. — емкостный, инд. — индуктивный.

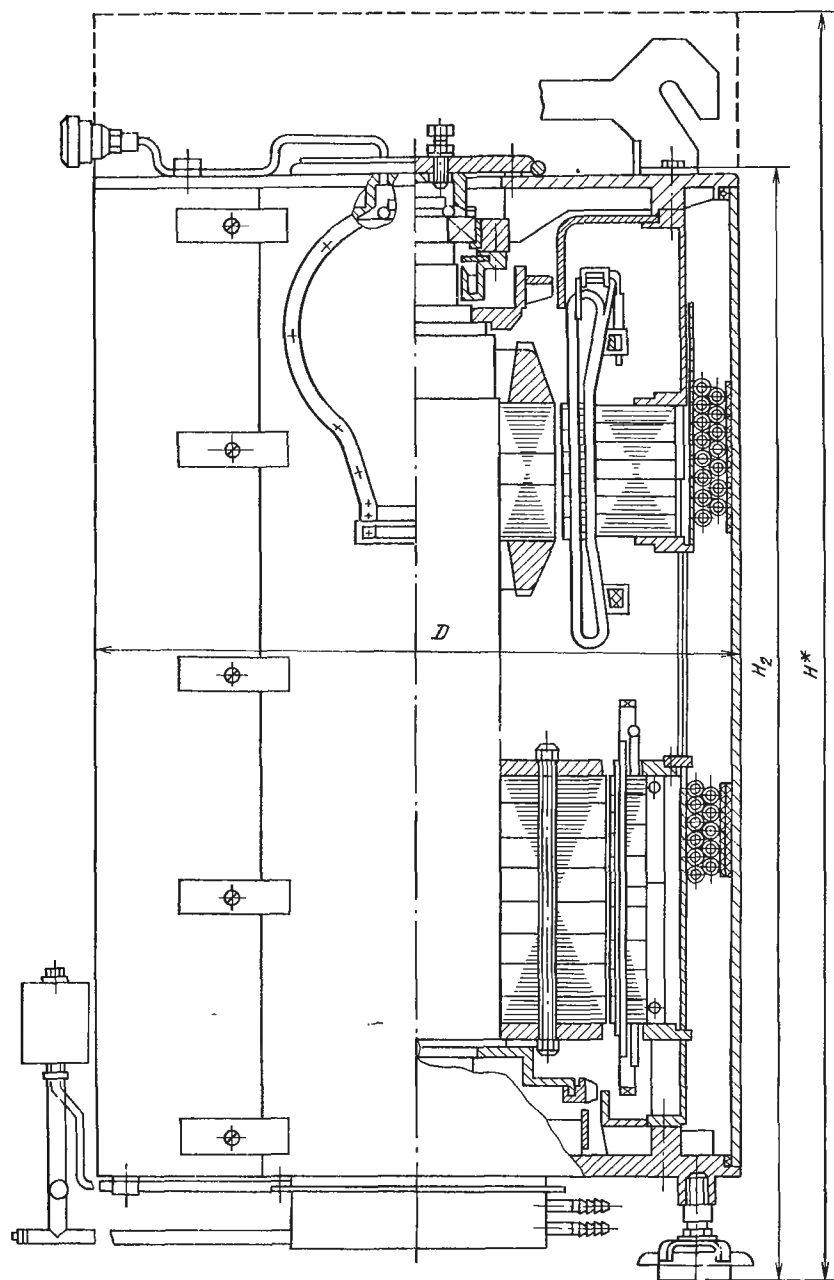


Рис. 25.1. Габаритные и установочно-присоединительные размеры преобразователей ППЧВ

Таблица 25.2

Мощность, кВт	КПД преобразователя, %, при частоте, Гц				
	1000	2400	4000	7000	10 000
250	88	87	86	84	82
315	89	87	86,5	84,5	82,5
400	90	87,5	87	85,	83
500	90,5	88	87	85,5	
630	90,5	88	87	85,5	
800	89,5	88	87		
1000	90	88,5	87,5		
1250	90	88,5	87,5		
1600	90	88,5			
2000	90	88,5			
2500	90				
3150	90				

25.1.2. Преобразователи частоты электромашины серии ВПЧ

Электромашины преобразователи серии ВПЧ (табл. 25.4) мощностью от 12 до 100 кВт на частоту 2400 и 8000 Гц выпускаются для нужд электротермии.

Режим работы — S1, климатическое исполнение — УХЛ4 и О4 по ГОСТ 15150-69. Преобразователи рассчитаны на работу при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С, температуре охлаждающей среды на входе преобразователя от 5 до 25 °С, относительной влажности воздуха 65 + 15 % при температуре окружающей среды 25 °С в не взрывоопасной окружающей среде, не содержащей пыли в концентрациях, снижающих параметры преобразователей.

Условия эксплуатации в части воздействия механических факторов внешней среды — М1 по ГОСТ 17516-72.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры преобразователей приведены в табл. 25.5 и на рис. 25.2.

Таблица 25.3. Габаритные и установочно-присоединительные размеры, мм, и масса преобразователей ППЧВ (рис. 25.1)

Тип преобразователя	D	H*	H ₂	Мас- са ро- тора, кг
ППЧВ250-2,4-6000УХЛ4 ППЧВ250-2,4-3000УХЛ4 ППЧВ250-2,4-6000УХЛ4С ППЧВ250-2,4-3000УХЛ4С ППЧВ250-2,4-380/660УХЛ4 ППЧВ250-2,4-380/660УХЛ4С	1098	2500	1590	896
ППЧВ250-4,0-6000УХЛ4 ППЧВ250-4,0-3000УХЛ4 ППЧВ250-4,0-380/660УХЛ4				873
ППЧВ250-10,0-6000УХЛ4 ППЧВ250-10,0-3000УХЛ4 ППЧВ250-10,0-380/660УХЛ4		2700	1770	1236
ППЧВ500-1,0-6000УХЛ4 ППЧВ500-1,0-3000УХЛ4	1154	2820	1800	1230
ППЧВ500-2,4-6000УХЛ4 ППЧВ500-2,4-3000УХЛ4		2940	1920	1453
ППЧВ500-4,0-6000УХЛ4 ППЧВ500-4,0-3000УХЛ4				1400

Таблица 25.4. Технические данные преобразователей серии ВПЧ

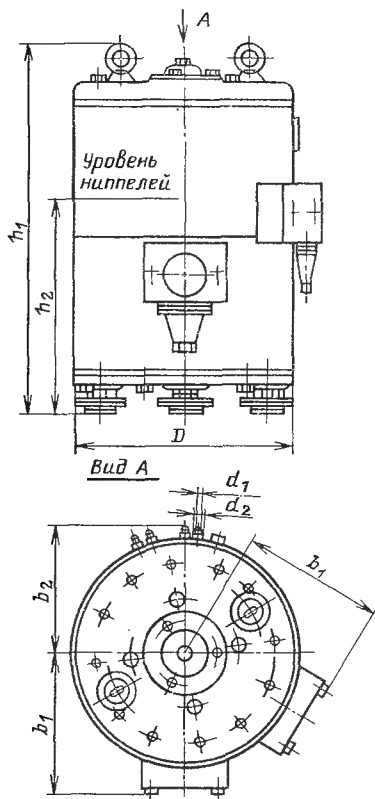
Тип преобразователя	Мощность, кВт	КПД, %	Напряжение, В
ВПЧ-12-8000УХЛ4	12	76	200/100
ВПЧ-20-2400УХЛ4	20	71,5	400/200
ВПЧ-20-8000УХЛ4	20	71,5	400/200
ВПЧ-30-2400УХЛ4	30	76	400/200
ВПЧ-30-8000УХЛ4	30	76	400/200
ВПЧ-60-2400УХЛ4	60	71,5	800/400
ВПЧ-60-2400УХЛ4	60	71,5	400/200
ВПЧ-60-8000УХЛ4	60	71,5	400/200
ВПЧ-100-2400УХЛ4	100	77	800/400
ВПЧ-100-8000УХЛ4	100	77	800/400
ВПЧ-100-8000УХЛ4	100	77	400/200
ВПЧ-60-2400О4	60	71,5	750/375
ВПЧ-60-8000О4	60	71,5	750/375
ВПЧ-100-2400О4	100	77	750/375
ВПЧ-100-8000О4	100	77	750/375
ВПЧ-60-8000О4	60	71,5	800/400
ВПЧ-100-2400УХЛ4	100	77	400/200
ВПЧ-30-8000О4	30	76	400/200

* Полная высота, необходимая для разборки преобразователя.

Примечание. Для всех типов преобразователей частота вращения 3000 об/мин; $\cos \varphi = 0,9$; напряжение обмотки возбуждения 120/60 В.

Таблица 25.5. Габаритные и установочно-присоединительные размеры, мм, и масса преобразователей серии ВПЧ (рис. 25.2)

Тип преобразователя	Выходное напряжение, В	h_1	h_2	D	b_1	b_2	d_1	d_2	Масса, кг
ВПЧ-12-8000У4	200/100	950	550	570	365	345	12	15	650
ВПЧ-20-2400У4	400/200	970	515	660	410	390	12	15	750
ВПЧ-20-8000У4	400/200	1040	585	660	410	390	12	15	810
ВПЧ-30-2400У4	400/200	970	515	660	410	390	12	15	800
ВПЧ-30-8000У4	400/200	1040	585	660	410	390	12	15	950
ВПЧ-60-2400У4	800/400	1330	705	858	525	490	16	19	1520
ВПЧ-60-2400У4	400/200	1330	705	858	525	490	16	19	1520
ВПЧ-60-8000У4	800/400	1360	735	858	525	490	16	19	1715
ВПЧ-60-8000У4	400/200	1360	735	858	525	490	16	19	1715
ВПЧ-100-2400У4	800/400	1435	735	858	525	490	16	19	1920
ВПЧ-100-2400У4	400/200	1435	735	858	525	490	16	19	1920
ВПЧ-100-800У4	800/400	1555	855	858	525	490	16	19	2240
ВПЧ-100-800У4	400/200	1595	895	858	525	490	16	19	2365
ВПЧ-60-2400О4	750/375	1330	705	858	535	490	16	19	1525
ВПЧ-60-8000О4	750/375	1360	735	858	535	490	16	19	1720
ВПЧ-100-2400О4	750/375	1435	735	858	535	490	16	19	1930
ВПЧ-100-8000О4	750/375	1555	855	858	535	490	16	19	2250
ВПЧ-30-8000О4	400/200	1040	585	660	420	390	12	15	950



25.1.3. Однофазные преобразователи частоты серии ОПЧ

Преобразователи частоты серии ОПЧ предназначены для питания установок индукционного нагрева, плавки, заковки и других технологических процессов с использованием токов повышенной частоты.

Преобразователи состоят из индукторного генератора повышенной частоты и приводного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

В цифровой части обозначения преобразователей ОПЧ первая цифра указывает мощность, кВт, вторая — частоту, кГц, третья — напряжение приводного двигателя, В.

Преобразователи (табл. 25.6) имеют вертикальное исполнение.

Система охлаждения преобразователя — воздушно-водяная с замкнутым циклом по воздуху и разомкнутым по воде. При этом двигатель имеет воздушное охлаждение, а сердечник и обмотки статора генератора охлаждаются водой, циркулирующей по трубкам, развальцованным в сердечнике статора генератора. Ротор индукторного генератора охлаждается воздухом, а для отбора тепла от воздуха используются водяные воздухоохладители, расположенные под кожухом. Циркуляция воздуха осуществляется вентиляторами, закрепленными на валу преобразователя.

Рис. 25.2. Габаритные и установочно-присоединительные размеры преобразователей ВПЧ

Таблица 25.6. Технические данные преобразователей частоты ОПЧ

Показатель	ОПЧ250-2,4-6000; ОПЧ250-2,4-3000	ОПЧ250-2,4-380/660	ОПЧ250-4,0-6000; ОПЧ250-4,0-3000	ОПЧ250-4,0-380/660	ОПЧ250-10,0-6000; ОПЧ250-10,0-3000	ОПЧ250-10,0-380/660
Преобразователь						
Мощность, кВт:						
полезная	250	250	250	250	250	250
потребляемая	290	290	293	293	305	205
КПД, %	86,5	96,5	85,5	85,5	82	82
Частота вращения, об/мин	2970	2965	2970	2965	2970	2965
Расход охлаждающей воды, л/мин	60	60	65	65	80	80
Масса, кг	4360	4360	4430	4430	4920	4920
Генератор						
Частота, кГц	2,38	2,37	3,86	3,86	10	10
Напряжение, В	800	800	800	800	800	800
Ток, А	329	329	313	313	329	329
cos φ	0,95 (емк.)	0,95 (емк.)	1	1	0,95 (инд.)	0,95 (инд.)
Пределы изменения тока воз- буждения, А	3,7—5,2	7,4—10,4	3,8—5,2	7,6—10,4	3,3—6	6,6—12
Пределы изменения напряже- ния возбуждения, В	113—175	57—88	87—130	44—65	85—170	43—85
Последовательно включенный конденсатор:						
емкость, мкФ	Отсутствует	Отсутствует	26,6	26,6	6,5	6,5
напряжение, В	—	—	480	480	800	800
Двигатель						
Частота, Гц	50	50	50	50	50	50
Напряжение, В	6000/3000	380/660	6000/3000	380/660	6000/3000	380/660
Ток, А	31/60	484/279	31,3/62	489/282	32,6/63	500/293
cos φ	0,9	0,91	0,9	0,91	0,9	0,91
Соединение фаз	Y/Y	Δ/Y	Y/Y	Δ/Y	Y/Y	Δ/Y
Пусковой ток при номиналь- ном напряжении, А	170/340	2460/420	170/340	2460	170/350	2460/1420
Время пуска при номиналь- ном напряжении, с	15	16	15	16	18	19

Показатель	ОПЧ320-1,0-6000; ОПЧ320-1,0-3000	ОПЧ320-1,0-380/660	ОПЧ500-1,0-6000; ОПЧ500-1,0-3000	ОПЧ500-2,4-6000; ОПЧ500-2,4-3000	ОПЧ500-4,0-6000; ОПЧ500-4,0-3000	ОПЧ500-4,0-6000С
Преобразователь						
Мощность, кВт:						
полезная	320	320	500	500	500	500
потребляемая	364	364	556	568	575	575
КПД, %	88	88	90	88	87	87
Частота вращения, об/мин	2965	2960	2980	2980	2980	2980
Расход охлаждающей воды, л/мин	60	60	90	100	110	110
Масса, кг	4400	4400	5430	6340	6300	6300
Генератор						
Частота, кГц	1,085	1,085	1,09	2,38	3,87	3,87
Напряжение, В	800	800	800/1600	800/1600	800/1600	1000
Ток, А	400	400	625/329	658/329	625/313	500
cos φ	1	1	1	0,95 (емк.)	1	1
Пределы изменения тока воз- буждения, А	3,8—5,3	7,6—10,6	(3,8 ÷ 5,3)/ (7,6 ÷ 10,6)	(3,8 ÷ 5,5)/ (7,6 ÷ 11)	(3,8 ÷ 5,3)/ (7,6 ÷ 10)	(3,8 ÷ 5,3)/ (7,6 ÷ 10,6)
Пределы изменения напряжения возбуждения, В	116—178	58—89	(122 ÷ 187)/ (61 ÷ 94)	(152 ÷ 240)/ (76 ÷ 120)	(112 ÷ 170)/ (56 ÷ 85)	(112 ÷ 170)/ (56 ÷ 85)
Последовательно включенный конденсатор:						
емкость, мкФ	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	53,2/13,3	29,2
напряжение, В	—	—	—	—	480/960	700
Двигатель						
Частота, Гц	50	50	50	50	50	50
Напряжение, В	6000/3000	380/660	6000/3000	6000/3000	6000/3000	6000
Ток, А	39/78	608/350	59,5/119	61/122	61,5/123	61,5
cos φ	0,9	0,91	0,9	0,9	0,9	0,9
Соединение фаз	Y/Y/Y	Δ/Y	Y/Y/Y	Y/Y/Y	Y/Y/Y	Y
Пусковой ток при номинальном напряжении, А	170/340	2560/1420	330/660	330/660	330/660	330
Время пуска при номинальном напряжении, с	15	16	10	14	14	14

Примечание. По просьбе заказчика преобразователи типов ОПЧ250-2,4-6000, ОПЧ250-2,4-3000 и ОПЧ250-2,4-380/660 поставляются с генератором напряжением 400/800 или 800/1600 В.

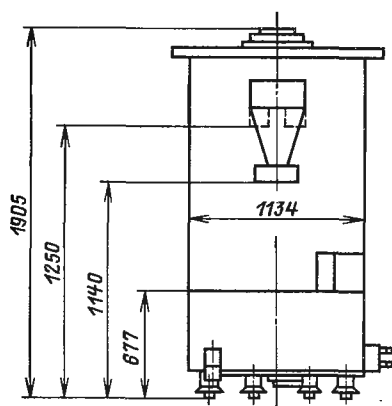


Рис. 25.3. Однофазный преобразователь частоты ОПЧ 250-10,0-6000

Преобразователи устанавливаются на четырех виброизолирующих опорах и не имеют жесткого крепления к фундаменту. К фундаменту предъявляется требование горизонтальности. Фундамент должен быть рассчитан на массу преобразователя, которая равномерно распределена на четыре опоры. При этом защита от воздействия внешних толчков и вибраций должна обеспечиваться конструкцией фундамента.

Статор генератора расположен в нижней части преобразователя, статор двигателя — в верхней. Обмотка статора генератора выполнена из высокочастотного провода «литца». Обмотка статора и обмотка возбуждения генератора имеют изоляцию класса нагревостойкости F. Обмотка статора двигателя имеет терморезистивную изоляцию класса нагревостойкости B.

Таблица 25.7. Габаритные и установочно-присоединительные размеры преобразователей серии ОПЧ

Тип преобразователя	Общая высота, мм	Диаметр, мм	Расстояние от фундамента до коробки выводов генератора, мм	Расстояние от фундамента до коробки выводов двигателя, мм
ОПЧ250-2,4-6000	1790	1054	1040	565
ОПЧ250-10,0-6000	1790	1134	1040	565
ОПЧ250-10,0-6000	1905	1134	1040	677
ОПЧ320-1,0-6000	1790	1054	1040	565
ОПЧ500-1,0-6000	1930	1134	1105	655
ОПЧ500-2,4-6000	2120	1134	1295	845
ОПЧ500-4,0-6000	2120	1134	1295	845

Сердечники роторов генератора и двигателя смонтированы на общем валу. В верхнем подшипниковом узле расположен роликовый подшипник, работающий на консистентной смазке. Под подшипником имеется камера для сбора отработанной смазки, что позволяет заменять смазку без разборки узла. В нижнем подшипниковом узле расположены два подшипника: роликовый и радиально-упорный шариковый. Узел смазывается жидким маслом. Циркуляция масла осуществляется насосом, расположенным на нижнем конце вала преобразователя. Преобразователь снаружи закрывается разъемным кожухом.

Для компенсации внутренней индуктивности в генераторах на частоты 4 и 10 кГц последовательно с обмоткой статора подключается конденсатор (см. табл. 25.6). Обмотка возбуждения индукторного генератора питается от отдельного источника постоянного тока.

Габаритные установочно-присоединительные размеры преобразователей приведены в табл. 25.7 и на рис. 25.3.

25.1.4. Электромашинные преобразователи частоты малой мощности для привода сельскохозяйственных механизмов

Для привода двигателей сельскохозяйственных механизмов применяяют двигатели на повышенные частоты питания: 100, 200 и 400 Гц. Технические данные преобразователей частоты, используемых для питания двигателей, приведены в § 27.3.

25.2. Электромашинные усилители

25.2.1. Электромашинные усилители типов ЭМУ-5А, ЭМУ-5П, ЭМУ-12А

Усилители типов ЭМУ-5А, ЭМУ-5П, ЭМУ-12А представляют собой агрегат, состоящий из собственно электромашинного усилителя поперечного поля (генератора) и приводного двигателя, сопряженных на общем валу и в общем корпусе на лапах, предназначенных для работы в схемах автоматического управления. Электромашинные усилители этих типов соответствуют ТУ 16.515.049-78.

Усилители выпускаются двух габаритов — ЭМУ-5 и ЭМУ-12 (табл. 25.8). Усилители имеют встроенный асинхронный трехфазный двигатель (ЭМУ-5А и ЭМУ-12А) или встроенный двигатель постоянного тока (ЭМУ-5П).

Таблица 25.8. Технические данные усилителей ЭМУ-5А, ЭМУ-5П, ЭМУ-12А

Тип усилителя	Генератор-усилитель			Встроенный приводной двигатель			КПД агрегата, %
	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Напряжение, В	Ток, А	Потребляемая мощность, кВт	
ЭМУ-5А	0,5	60	8,3	220/380 127/220 220/440 240/415 230/400	3,1/1,8 5,4/3,1 3,1/1,55 2,8/1,62 2,9/1,7	1	50
	0,5	115	4,35	220/380 127/220 220/440 240/415 230/400	3,1/1,8 5,4/3,1 3,1/1,55 2,8/1,62 2,9/1,7	1	50
ЭМУ-5П	0,75	115	6,5	110	12	1,32	54
ЭМУ-12А	1	60	16,7	220/380 127/220 220/440 240/415 230/400	5,3/3,1 9,2/5,3 5,3/2,65 4,9/2,9 5,2/3	1,82	55
	1,25	115	10,9	220/380 127/220 220/440 240/415 230/400	6,4/3,7 11,0/6,4 6,4/3,2 5,8/3,4 6/3,5	2,1	60

Таблица 25.9. Исполнение обмоток управления ЭМУ-5А, ЭМУ-5П, ЭМУ-12А

Тип усилителя	Исполнение обмоток	Сопротивление при 20 °С, Ом			
		I об-мотка	II об-мотка	III об-мотка	IV об-мотка
ЭМУ-5А	А	1000	1000	—	—
	Б	3000	3000	—	—
	З	100	50	100	50
	Т	20	20	20	20
ЭМУ-5П	А	1000	1000	—	—
	Б	3000	3000	—	—
ЭМУ-12А	А	1030	1030	—	—
	Б	2200	2200	—	—
	В	2600	2600	—	—
	И	1500	1500	—	—
	Н	4100	4100	—	—

Продолжение табл. 25.9

Тип усилителя	Исполнение обмоток	Сопротивление при 20 °С, Ом			
		I об-мотка	II об-мотка	III об-мотка	IV об-мотка
ЭМУ-12А	Г	1550	1500	1345	—
	Д	1340	1340	34,2	—
	Е	161	84	72	—
	Ж	155	155	367	—
	З	184	155	184	155
	Т	100	21	100	21
	У	18,6	1410	18,6	1410
	Ф	18,6	20,9	18,6	20,9

Климатическое исполнение усилителей — У и Т, категория размещения — 4 по ГОСТ 15150-69.

Структура условного обозначения типов исполнений усилителей

$$\frac{\text{ЭМУ}}{1} \times \frac{\times}{2} \times \frac{\times}{3} \times \frac{\times}{4} \times \frac{\times}{5} \times \frac{\times}{6} \times \frac{\times}{7} \times \frac{\times}{8} \times \frac{\times}{9}$$

где 1 — электромашинный усилитель; 2 — габарит (5-й или 12-й); 3 — тип приводного двигателя: А — асинхронный, П — постоянного тока; 4 — исполнение обмоток управления (буква в соответствии с данными табл. 25.9); 5 — напряжение генератора: цифры 1—115 В, 2—60 В; 6 — напряжение двигателя: асинхронного: цифры 1 — 220/380 В; 2 — 127/220 В; 3 — 220/440 В; 4 — 240/415 В; 5 — 230/400 В; постоянного тока: цифры 1 — 220 В; 3 — 110 В; 7 — дополнительные отличия: буква А — частота питающего напряжения двигателя 60 Гц, Б — мощность генератора 0,7 кВт; 8 — назначение (буква П — промышленное); 9 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Пример условного обозначения:

ЭМУ-5П-А13Б-ПУ4

— электромашинный усилитель габарита 5 со встроенным двигателем постоянного тока (буква П), с двумя обмотками управления сопротивлением 1000 Ом каждая (буква А), с напряжением генератора 115 В (цифра 1), напряжением двигателя 110 В (цифра 3), мощностью генератора 0,7 кВт (буква Б), промышленного назначения (буква П).

Усилители должны соответствовать требованиям ГОСТ 183-74, а поставляемые на экспорт — ОСТ 16 0.800.210-75.

Условия эксплуатации электромашинных усилителей: номинальный режим работы — продолжительный (S1) по ГОСТ 183-74; номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69; окружающая среда — невзрывоопасная, не содержащая пыли в концентрациях, сни-

жающих параметры усилителей в недопустимых пределах.

Усилители по механическим воздействиям должны соответствовать группе М8 по ГОСТ 17516-72. Рабочее положение усилителей — горизонтальное.

Усилители допускают перегрузку по току в течение 3 с при номинальном выходном напряжении: для ЭМУ-5А, ЭМУ-5П — в 2,5 раза; для ЭМУ-12А — в 2 раза.

Настройка компенсации выполнена так, чтобы внешние характеристики были падающими в диапазоне токов управления от нуля до номинального.

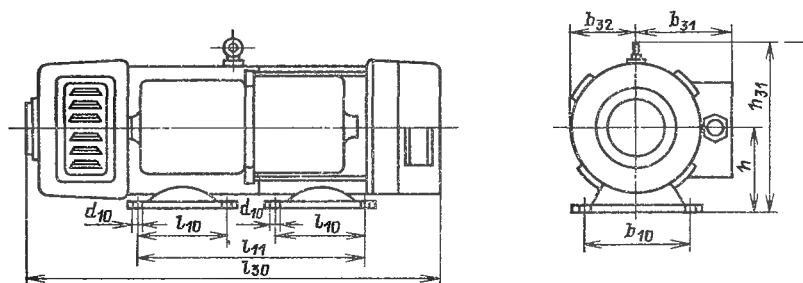
Номинальным током управления считается ток, который обеспечивает при установившейся температуре обмоток усилителя его номинальные выходные параметры согласно табл. 25.8.

Коэффициент усиления — не менее: для усилителей ЭМУ-12А — 4000; ЭМУ-5А — 2000; ЭМУ-5П — 1000 при соединении всех обмоток управления последовательно. Сопротивление, число и исполнение обмоток управления указаны в табл. 25.9.

Степень искрения усилителей при номинальной нагрузке не превышает $1\frac{1}{2}$ по шкале ГОСТ 183-74. При перегрузках степень искрения не оговаривается, но коллекторы и щетки должны оставаться в состоянии, пригодном для дальнейшей работы без предварительной очистки коллектора.

Усилители ЭМУ-5А со встроенным приводным двигателем на частоту сети 50 Гц имеют частоту вращения 2850 об/мин, коэффициент мощности 0,82. Усилители ЭМУ-12А

Таблица 25.10. Габаритные и установочные размеры, мм, и масса усилителей ЭМУ-5А, ЭМУ-5П, ЭМУ-12А



Тип усилителя	b_{10}	b_{31}	b_{32}	l_{10}	l_{11}	l_{30}	d_{10}	h	h_{31}	Масса, кг.
ЭМУ-5А	140	169	101	110	300	492	11	95	225	44
ЭМУ-5П	140	169	101	110	275	505	11	95	225	44
ЭМУ-12А	145	211	112	125	345	605	11	112	255	69

со встроенным приводным двигателем на частоту сети 50 Гц имеют частоту вращения 2900 об/мин, коэффициент мощности 0,85. Усилители ЭМУ-5П со встроенным приводным двигателем постоянного тока имеют частоту вращения 5000 об/мин.

Усилители ЭМУ-5А, ЭМУ-12А со встроенным двигателем на частоту 60 Гц имеют частоту вращения 3500 об/мин; при этом мощность, потребляемая двигателем, на 10 % больше указанной в табл. 25.8.

Усилители с приводным асинхронным двигателем на напряжения 220/440, 240/415, 230/400 В изготавливаются только в экспортном исполнении.

Расположение коробок выводов усилителей — справа, если смотреть со стороны коллектора генератора.

Допустимый уровень собственных вибраций должен быть не выше класса 2,8 по ГОСТ 16921-83. Допустимый уровень шума должен соответствовать классу 1 ГОСТ 16372-84.

Уровень радиопомех не должен превышать требований норм 1—72 «Общесоюзные нормы допускаемых индустриальных помех».

Усилители без повреждений и деформаций выдерживают в течение 2 мин повышенные частоты вращения на 20 % сверх номинальной.

Вероятность безотказной работы усилителя на период наработки 10 000 ч в режимах, не превышающих предельно допустимых значений, составляет 0,9 при доверительной вероятности 0,7. Ресурс работы усилителя 12 000 ч.

Для обмоток усилителя применена изоляция класса А.

Габаритные и установочные размеры и масса усилителей ЭМУ-5А, ЭМУ-5П, ЭМУ-12А приведены в табл. 25.10.

25.2.2. Электромашинные усилители типов ЭМУ-25АЗС, ЭМУ-50АЗС

Усилители (табл. 25.11) общего назначения для внутрисоюзных поставок, а также для поставок на экспорт как комплектующее изделие выпускаются со встроенным приводным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором в закрытом исполнении с наружным обдувом и соответствуют ТУ 16.515.055-75. Климатическое исполнение усилителей — У и Т, категория размещения — 3 по ГОСТ 15150-69.

В условном обозначении усилителей после букв ЭМУ указываются габарит (25

или 50) и три буквы: АЗ (встроенный асинхронный двигатель закрытого исполнения) и С (усилитель предназначен для применения в системах управления станочной промышленности); далее следует обозначение климатического исполнения и категории размещения по ГОСТ 15150-69, после чего указывается напряжение на выходе, В, мощность, кВт, и дается условное обозначение комплекта обмоток управления в соответствии с табл. 25.12, 25.13, в конце обозначения указывается напряжение питающей сети, В.

Пример обозначения усилителя: ЭМУ-25АЗСУЗ, 230 В, 2 кВт, 25-4-Е, 380 В — усилитель мощностью 2 кВт, с напряжением на выходе 230 В, частотой вращения 3000 об/мин, встроенный приводной асинхронный двигатель на напряжение питающей сети 380 В, 50 Гц, комплект обмоток управления 25-4-Е.

Условия эксплуатации усилителей: номинальный режим работы — S2 (60 мин); номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69, при этом: высота над уровнем моря — не более 1000 м; верхнее значение температуры окружающего воздуха — от 15 до 40 °С; верхнее значение относительной влажности воздуха — до 80 % при 25 °С; окружающая среда — невзрывоопасная, не содержащая агрессивных паров, газов и токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих параметры усилителей в недопустимых пределах.

Допускается наклон оси вращения усилителя к горизонту не более 5°.

Способ охлаждения усилителей — УСА0141 по ГОСТ 20459-75.

Усилители допускают:

перегрузку по току якоря против номинального значения в 2,5 раза в течение 3 с при номинальном напряжении;

перегрузку по току якоря в 4 раза в течение 0,5 с при напряжении якоря, равном 0,5 номинального;

повышение напряжения на якоре усилителя на 30 % при номинальном токе в течение 5 мин;

форсировку по току любой обмотки управления (одной или двух, соединенных последовательно в зависимости от схемы) до 3,5-кратного значения номинального тока управления в течение 3 с с частотой форсировок не более шести в час. При этом степень искрения должна быть такова, чтобы коллектор и щетки оставались в состоянии, пригодном для дальнейшей работы. Допускаются следы подгара на кромках

Таблица 25.11. Технические данные усилителей ЭМУ-25АЗСУЗ, ЭМУ-25АЗСТЗ, ЭМУ-50АЗСУЗ, ЭМУ-50АЗСТЗ

Тип усилителя	Генератор-усилитель				Длительная мощность, кВт	КПД агрегата, %	Встроенный приводной двигатель				
	Часовая мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Напряжение, В	Ток, А			Потребляемая мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	cos φ	Частота, Гц
ЭМУ-25АЗСУЗ ЭМУ-25АЗСТЗ	2	2900	115 230	17,4 8,7	1,6	62	3,23	220/380 230/400 240/415 440	10,7/6,2 10,2/5,9 9,8/5,7 5,4	0,79 — — —	50 — — —
ЭМУ-50АЗСУЗ ЭМУ-50АЗСТЗ	4	2920	230	17,4	2,8	68	5,9	220/380 230/400 240/415 400	19,5/11,3 18,7/10,8 17,9/10,35 9,8	0,8 — — —	50 — — —

Таблица 25.12. Исполнение обмоток управления ЭМУ-25АЗСУЗ, ЭМУ-25АЗСТЗ

Исполнение обмоток	Сопrotивление при 20 °С, Ом			
	I обмотка	II обмотка	III обмотка	IV обмотка
25-2-А	985	985	—	—
25-2-Б	1580	1580	—	—
25-2-В	3300	3300	—	—
25-2-Г	4000	4000	—	—
25-3-Д	1065	1065	1000	—
25-4-Е	40,6	23	19,4	23
25-4-Ж	340	23	340	402
25-4-З	1620	23	1620	706
25-4-И	21	1350	21	1350
25-4-К	2600	122	2600	900
25-4-Л	340	20,5	16,5	20,5
25-4-М	1835	2165	1835	2165
25-4-Н	0,07	49,5	0,07	49,5
25-2-О	1000	1000	—	—
25-4-П	1370	1620	1370	1620
25-4-Р	99	76,5	99	76,5
25-4-С	8,6	10,2	8,6	10,2
25-4-Т	1360	10,2	1360	225

Таблица 25.13. Исполнение обмоток управления ЭМУ-50АЗСУЗ, ЭМУ-50АЗСТЗ

Исполнение обмоток	Сопrotивление при 20 °С, Ом			
	I обмотка	II обмотка	III обмотка	IV обмотка
50-2-А	930	930	—	—
50-2-Б	1580	1580	—	—
50-2-В	3540	3540	—	—
50-4-Г	25	8,9	7,75	8,9
50-4-Д	1950	8,9	1950	826
50-4-Е	2850	2850	4,05	46,5
50-4-Ж	1390	1600	1390	1600
50-4-З	434	500	434	500
50-4-И	1350	1050	1350	1050
50-4-К	1350	300	1350	29
50-4-Л	410	26,4	410	470
50-4-М	24	0,04	0,04	0,04
50-2-Н	448	448	—	—
50-4-О	54	27	23,5	27
50-4-П	1450	1650	1450	1650
50-4-Р	9,15	42,1	9,15	42,1
50-4-С	10,4	12	10,4	12
50-4-Т	26,6	86,1	45,7	101
50-4-У	26,6	86,1	0,65	101
50-4-Ф	19,5	9	19,5	9

ламель коллектора, легко смываемые спиртом;

5-кратную форсировку по току любой обмотки управления при ее одиночном включении при номинальной частоте вращения длительностью 10 с частотой 7 раз в час, при этом состояние коллектора не оговаривается.

Компенсация усилителей должна быть отрегулирована таким образом, чтобы внеш-

няя характеристика усилителя имела следующие параметры:

напряжение холостого хода на выходе усилителей ЭМУ-25 на напряжение 115 В — 140 ± 10 В, ЭМУ-25 на напряжение 230 В — 270 ± 10 В, ЭМУ-50 на напряжение 230 В — 300 ± 10 В;

номинальное напряжение на выходе усилителей при номинальном токе нагрузки.

Внешние характеристики при токе управления 60 и 30 % тока управления в номинальном режиме должны быть падающие.

Остаточное напряжение на выходе усилителя не должно превышать 30 В.

Степень искрения усилителя в номинальном режиме не должна быть выше $1\frac{1}{2}$ по ГОСТ 183-74.

Усилители без повреждений и деформаций выдерживают в течение 2 мин повышение частоты вращения на 20 % сверх номинальной.

Класс вибрации усилителей — 7 по ГОСТ 16921-83. По требованию заказчика усилители поставляются с классом вибрации 4,5.

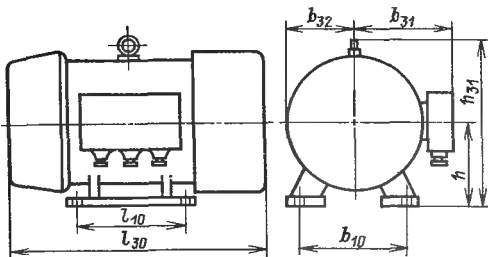
Средний уровень звука не должен превышать 75 + 3 дБ (по шкале А), что соответствует 3-му классу ГОСТ 16372-84.

Допустимые уровни напряжения радиопомех усилителей не должны превышать значений, указанных в ТУ 16.515.055-75.

Для усилителей устанавливаются следующие показатели надежности и долговечности:

Гарантийная наработка, ч	10 000
Ресурс, ч	12 000
Вероятность безотказной работы за период гарантийной наработки при доверительной вероятности 0,8	0,9

Таблица 25.14. Габаритные и установочные размеры усилителей ЭМУ-25АЗСУЗ, ЭМУ-25АЗСТЗ, ЭМУ-50АЗСУЗ, ЭМУ-50АЗСТЗ



Тип усилителя	b_{10}	b_{31}	b_{32}	l_{10}	l_{30}	h	h_{31}	Масса, кг
ЭМУ-25АЗСУЗ	240	240	147	245	675	160	360	130
ЭМУ-25АЗСТЗ								
ЭМУ-50АЗСУЗ	240	240	147	245	810	160	360	178
ЭМУ-50АЗСТЗ								

Для обмоток усилителя применена изоляция класса Е ГОСТ 8865-70.

Расположение коробки выводов может быть сбоку или сверху по требованию заказчика.

Мощность управления при последовательном соединении двух обмоток I и II, III и IV (см. табл. 25.12 и 25.13) не должна превышать 1,2 Вт.

Напряжение приводного двигателя 400/230 В, 415/240 В, 400 В — только для усилителей, поставляемых на экспорт в страны с умеренным и тропическим климатом.

Габаритные и установочные размеры усилителей ЭМУ-25АЗСУЗ, ЭМУ-25АЗСТЗ, ЭМУ-50АЗСУЗ, ЭМУ-50АЗСТЗ приведены в табл. 25.14.

25.2.3. Электромашинные усилители типов ЭМУ-25, ЭМУ-50, ЭМУ-70, ЭМУ-100

Электромашинные усилители поперечного поля общего назначения для внутри-союзных поставок в районы с умеренным климатом предназначены для работы в схемах автоматического регулирования.

Электромашинные усилители (табл. 25.15) соответствуют ТУ 16.515.081-71. Климатическое исполнение усилителей — У категории 4 по ГОСТ 15543-70.

Таблица 25.15. Технические данные усилителей ЭМУ-25, ЭМУ-50, ЭМУ-70, ЭМУ-100

Тип усилителя	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота вращения, об/мин	КПД, %
ЭМУ-25	1,2	115	10,4	1440	68
	1,2	230	5,2	1440	68
	2,5	115	21,7	2925	74
	2,5	230	10,9	2925	74
ЭМУ-50	2,2	115	19,1	1440	78
	2,2	230	9,6	1440	78
	4,5	230	19,6	2936	80
ЭМУ-70	3,5	115	30,4	1450	78
	3,5	230	15,2	1450	78
	7	230	30,4	2900	80
ЭМУ-100	5	115	43,5	1450	81
	5	230	21,7	1450	81
	10	230	43,5	2900	84

Таблица 25.16. Исполнение обмоток управления ЭМУ-25

Исполнение обмоток	Сопротивление при 20°C, Ом				Входная мощность, Вт, не более
	I об-мотка	II об-мотка	III об-мотка	IV об-мотка	
А	985*		985*		0,6
Б	1500*		1500*		
В	3310*		3310*		
Г	5000*		5000*		
Д**	1065	—	1065	—	0,9
Е	37,2	18,5	15,6	18,5	1,1
Ж	340	18,5	340	402	
З	1820	18,5	1820	792	
И	21,7	1500	21,7	1500	
К	2920	131	2920	1000	
Л	340	18,5	15,6	18,5	
М	1835	2165	1835	2165	
—	0,04	44,1	0,04	44,1	

* Сопротивление двух последовательно и согласно соединенных обмоток I, II и III, IV.

** Сопротивление двух последовательно и согласно соединенных обмоток II, IV равно 950 Ом.

Таблица 25.17. Исполнение обмоток управления ЭМУ-50

Исполнение обмоток	Сопротивление при 20°C, Ом				Входная мощность, Вт, не более
	I об-мотка	II об-мотка	III об-мотка	IV об-мотка	
А	1000*		1000*		0,6
Б	1500*		1500*		
В	3920*		3920*		
Г	24,8	9,15	7,95	9,15	1,1
Д	2200	9,15	2200	930	
Е	3540	44,7	3540	4,16	
Ж	1540	1770	154	1770	
З	465	535	465	535	
И	1500	1000	1500	1000	
К	1500	300	1500	30	
Л	410	21,6	410	470	
М	248	0,04	0,04	0,04	

* Сопротивление двух последовательно и согласно соединенных обмоток I, II и III, IV.

Таблица 25.18. Исполнение обмоток управления ЭМУ-70, ЭМУ-100

Испол- нение обмоток	Сопротивление при 20°C, Ом				Входная мощность, Вт, не более
	I об- мотка	II об- мотка	III об- мотка	IV об- мотка	
ЭМУ-70					
А	1000*		1000*		0,6
Б	1500*		1500*		0,6
В	1950	800	1950	24	1,1
Г	5100*		5100*		0,6
Д	7,3	33,7	29,1	33,7	1,1
Е**	200	—	200	—	0,9
ЭМУ-100					
А	1000*		1000*		0,6
Б	8,16	37,2	8,16	37,2	1,1
В	8,16	2100	8,16	2100	1,1
Г	8,16	37,2	32,8	37,2	1,1
Д	890	1015	800	1016	1,1
Е	21	42	21	42	1,1
Ж	8,16	275	8,16	275	1,1
З	890	5	290	5	1,1
И	2000	500	2000	500	1,1

* Сопротивление двух последовательно и согласно соединенных обмоток I, II и III, IV.

** Сопротивление двух последовательно и согласно соединенных обмоток II, IV равно 111 Ом.

Структура условного обозначения типовых усилителей

$$\frac{\text{ЭМУ}}{1} \times \frac{\times}{2} \times \frac{\times}{3} \times \frac{\times}{4} \times \frac{\times}{5} \times \frac{\times}{6}$$

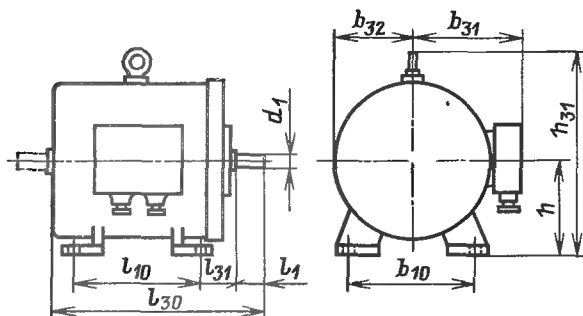
где 1 — электромашинный усилитель; 2 — габарит: 25, 50, 70, 100; 3 — мощность усилителя в целых числах, кВт; 1 — 1,2 кВт, 2 — 2,5 кВт, 3 — 3,5 кВт, 4 — 4,5 кВт, 5 — 5 кВт, 7 — 7 кВт, 10 — 10 кВт; 4 — буква, обозначающая комплект обмоток управления (табл. 25.16—25.18); 5 — цифра, обозначающая напряжение на выходе генератора: 1 — 115 В, 2 — 230 В; 6 — число свободных концов вала (1 или 2).

Пример записи обозначения усилителя ЭМУ-100-5В21: ЭМУ — электромашинный усилитель; 100 — габарит; 5 — мощность усилителя, кВт; В — комплект обмоток управления (табл. 25.16—25.18); 2 — напряжение на выходе усилителя 230 В; 1 — один свободный конец вала.

Номинальный режим работы усилителей — S1 по ГОСТ 183-74.

Конструктивное исполнение усилителей по способу защиты от воздействия окружаю-

Таблица 25.19. Габаритные и установочные размеры, мм, усилителей ЭМУ-25, ЭМУ-50, ЭМУ-70, ЭМУ-100



Тип усилителя	b_{10}	b_{31}	b_{32}	l_1	l_{10}	l_{30}	l_{31}	h	h_{31}	d_1	d_2	Масса, кг
---------------	----------	----------	----------	-------	----------	----------	----------	-----	----------	-------	-------	-----------

С одним выходным концом вала

ЭМУ-25	250	260	158	60	230	523	82	150	349	25	—	100
ЭМУ-50	250	260	158	60	230	597	120	150	349	25	—	125
ЭМУ-70	310	300	195	80	250	662	115	190	430	35	—	195
ЭМУ-100	310	300	195	80	250	722	145	190	430	35	—	225

С двумя выходными концами вала

ЭМУ-25	250	260	158	60	230	594	82	150	349	25	25	100
ЭМУ-50	250	260	158	60	230	668	120	150	349	25	25	125
ЭМУ-70	310	300	195	80	250	758	115	190	430	35	30	197
ЭМУ-100	310	300	195	80	250	815	145	190	430	35	30	227

щей среды — брызгозащищенное. Форма исполнения — ИМ1001, ИМ1002 по ГОСТ 2479-79.

Усилители должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.1-75.

Расположение коробок выводов — правое, если смотреть со стороны коллектора. Направление вращения — левое, если смотреть со стороны коллектора.

Усилители допускают:

перегрузку по току якоря усилителя против номинального значения в 2 раза в течение 3 с при номинальном напряжении;

перегрузку по току якоря усилителя против номинального значения в 4 раза в течение 0,2 с при напряжении, равном 0,5 номинального;

в) превышение напряжения на якоре усилителя до 1,75 номинального при форсировке тока в обмотках управления в течение не более 0,05 с;

г) повышение напряжения на якоре усилителя против номинального значения на 30% при номинальном токе в течение 5 мин.

Коммутация усилителей в номинальном режиме не должна превышать степени $1\frac{1}{2}$ по ГОСТ 183-74.

Щетки должны находиться в нейтрали.

Компенсация усилителя должна быть отрегулирована так, чтобы обеспечить падающие внешние характеристики во всем диапазоне изменения токов управления от нуля до номинального значения.

Уровень шума, создаваемого усилителями в режиме холостого хода, не должен превышать 87 дБ (по шкале А). Класс вибрации усилителей 4,5.

Для обмоток усилителя применена изоляция класса А.

Габаритные и установочные размеры усилителей приведены в табл. 25.19.

25.2.4. Электромашинные усилители типов ЭМУ-71А, ЭМУ-72А, ЭМУ-71АТЗ, ЭМУ-72АТЗ

Электромашинные усилители поперечного поля общего назначения предназначены для поставок на экспорт в страны с умеренным и тропическим климатом.

Усилители (табл. 25.20) представляют собой однокорпусный агрегат со встроенным приводным трехфазным асинхронным двигателем. Усилители используются в схемах автоматического управления стационарных и закрытых передвижных установок для комплектования изделий, поставляемых на экс-

порт. Электромашинные усилители этих типов соответствуют ТУ 16.515.003-72.

Усилители, предназначенные на экспорт в страны с тропическим климатом, изготовляются в климатическом исполнении Т, категории размещения 3 согласно ГОСТ 15543-70.

Усилители, предназначенные на экспорт в страны с умеренным климатом, соответствуют требованиям ТУ 16.515.080-71.

В условном обозначении усилителя кроме обозначения типоразмера указывается исполнение обмоток управления (табл. 25.21), например: ЭМУ-71А, исполнение Г11РП.

Таблица 25.20. Технические данные усилителей ЭМУ-71А, ЭМУ-71АТЗ, ЭМУ-72А, ЭМУ-72АТЗ

Тип усилителя	Генератор-усилитель				Встроенный приводной двигатель						КПД, %
	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Входная мощность, кВт	Потребляемая мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота вращения (синхронная), об/мин	Частота, Гц	cos φ	
ЭМУ-71А ЭМУ-71АТЗ	6	230	26	1,6	8,7	220/380	86,5/50	3000	50	0,86	69
ЭМУ-72А ЭМУ-72АТЗ	10	230	43,5	1,6	14	220/380	41/23,7	3000	50	0,89	71,5

Таблица 25.21. Исполнение обмоток управления ЭМУ-71А, ЭМУ-71АТЗ, ЭМУ-72А, ЭМУ-72АТЗ

Исполнение обмоток	Сопrotивление при 20 °С, Ом				Размагничивающая обмотка
	I обмотка	II обмотка	III обмотка	IV обмотка	

ЭМУ-71А, ЭМУ-71АТЗ

Б11П	—	2,48	1390	—	Нет
В11П	1390	—	—	9,9	
Г11П	—	9,9	—	—	
Д11П	2,15	32	8,6	32	
Е11П	2110	880	2110	23,9	
Б11РП	—	2,48	1390	—	Есть
В11РП	1390	—	—	9,9	
Г11РП	—	9,9	—	—	
Д11РП	2,15	32	8,6	32	

Продолжение табл. 25.21

Исполнение обмоток	Сопrotивление при 20 °С, Ом				Размагничивающая обмотка
	I обмотка	II обмотка	III обмотка	IV обмотка	

ЭМУ-72А, ЭМУ-72АТЗ

Б11ПК	7,8	1770	7,8	1770	Нет
В11ПК	—	2,74	1560	—	
Г11ПК	1560	—	2,41	—	
Д11ПК	—	11	—	11	
Е11ПК	2,41	35,4	9,65	35,4	
Ж11ПК	311	5,45	311	5,45	Есть
Б11РПК	7,8	1770	7,8	1770	
В11РПК	—	2,74	1560	—	
Г11РПК	1560	—	2,41	—	
Д11РПК	—	11	—	11	
Е11РПК	2,41	35,4	9,65	35,4	
Ж11РПК	311	5,45	311	5,45	
Б11РПК1	7,8	1770	7,8	1770	

25.3. Вентильные двигатели

25.3.1. Вентильные двигатели серии ВД мощностью 30—132 кВт

Вентильные двигатели серии ВД мощностью 30—132 кВт с высотами оси вращения 225—315 мм предназначены для приводов главного движения металлорежущих станков с ЧПУ. В комплект поставки входит электрохимический преобразователь (ЭМП), управляемый полупроводниковый коммутатор — преобразователь частоты (ПЧ), датчик положения ротора (ДПР) и тахогенератор (ТГ).

Электрохимический преобразователь (рис. 25.4) выполнен в обратном исполнении (индуктор на статоре, а якорь на роторе) и конструктивно унифицирован с коллекторными двигателями постоянного тока серии 2П. Система возбуждения ЭМП — смешанная. Она состоит из обмотки независимого возбуждения ОВ и продольной компенсационной обмотки КО, включенной в зено постоянного тока ПЧ. Катушки обмоток независимого возбуждения и компенсационной размещены на разноименные полюсы каждой пары. Все типоразмеры ЭМП выполнены с четырехполюсным индуктором. В наконечниках полюсов размещена медная короткозамкнутая демпферная обмотка. Ротор имеет 36 пазов, скошенных на одно зубцовое деление. Обмотка якоря — трехфазная, соединенная в звезду с нулевым проводом. Концы фаз и нулевая точка выведены на четыре контактных кольца. Скользящий токосъем от колец обеспечивается с помощью телосодержащих щеток, установленных в двойных щеткодержателях.

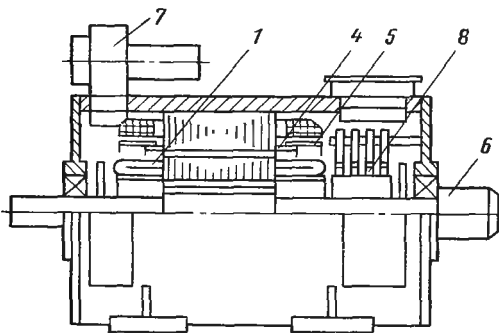


Рис. 25.4. Конструктивная схема двигателя серии ВД:

1 — обмотка якоря; 2 — обмотка независимого возбуждения; 3 — продольная компенсационная обмотка; 4 — стержни демпферной обмотки; 5 — короткозамкнутые дуги; 6 — тахогенератор и ДПР; 7 — вентиль; 8 — контактные кольца

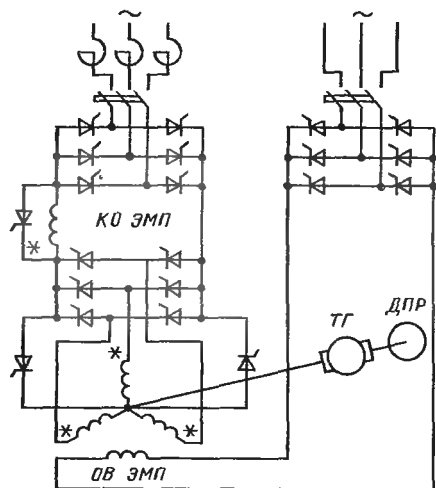
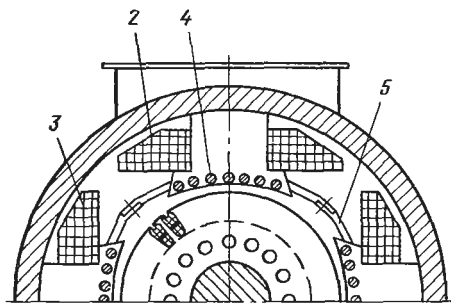


Рис. 25.5. Схема соединения силовых цепей ПЧ двигателя серии ВД

Преобразователь частоты включает в себя силовую часть и систему управления. Силовая часть ПЧ представляет собой выпрямительно-инверторный блок со зеном постоянного тока. С ПЧ конструктивно объединен блок питания обмотки возбуждения ЭМП. Схема соединения ПЧ и ЭМП приведена на рис. 25.5.

Коммутация вентилях ПЧ при частотах вращения ЭМП от 0 до $0,1n_{ном}$ принудительная, а при частотах вращения выше $0,1n_{ном}$ естественная.

Датчик положения ротора размещен в том же узле, что и ТГ. Он представляет собой свето-фотодиодный узел. Помимо основных функций ДПР дает информацию об



угле поворота либо о пути (т. е. выполняет функцию резольвера).

Тахогенератор представляет собой серийную машину типа ТМС-1.

Структура условного обозначения вентильного двигателя:

ВД225ГУХЛ4,

где В — вентильный; Д — двигатель; 225 — высота оси вращения, мм; Г — наличие ТГ; УХЛ4 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Структура условного обозначения ПЧ:

ЭТУ7801-39,

где Э — электропривод; Т — тиристорный;

У — унифицированный; 7 — с бесколлекторным двигателем; 8 — с двигателем низкого напряжения со статическим преобразователем; 39 — номинальный ток на выходе ПЧ, равен 80 А.

Конструктивные исполнения ЭМП по способу монтажа — IM1001, IM2001, IM20011 по ГОСТ 2479-79, способ охлаждения — IC06 по ГОСТ 20459-75, степень защиты — IP44 по ГОСТ 17494-72. Изоляция двигателей — по классу нагревостойкости F (ГОСТ 8865-70). Предусмотрено исполнение ЭМП с фильтрами на всасывающем патрубке вентилятора типа «наездник».

Рабочее положение блоков ПЧ — вертикальное. Они могут быть встроены в нор-

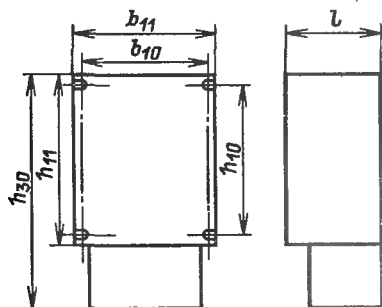
Таблица 25.22. Технические данные вентильных двигателей серии ВД

Типоразмер ЭМП	Типоразмер ПЧ	Номинальная мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Ток в звене постоянного тока, А	Ток фазы, А	Кратность максимальной частоты вращения	КПД, %
ВД225 ГУХЛ4	ЭТУ7801-39	15	500	50	39	4	78,9
ВД250 ГУХЛ4	ЭТУ7801-39	22,4		76	59,4	4	80,2
ВД280 ГУХЛ4	ЭТУ7801-41	45		146	115	3,5	81,8
ВД315 ГУХЛ4	ЭТУ7801-41	67		218	170	3,5	84
ВД225 ГУХЛ4	ЭТУ7801-39	22,4	750	75	58,5	4	82,3
ВД250 ГУХЛ4	ЭТУ7801-41	33,5		114	89	4	83,6
ВД280 ГУХЛ4	ЭТУ7801-44	67		220	173	3,5	85,4
ВД315 ГУХЛ4	ЭТУ7801-44	100		330	258	3,5	87,2
ВД225 ГУХЛ4	ЭТУ7801-39	30	1000 (основное исполнение)	100	78	4	86,3
ВД250 ГУХЛ4	ЭТУ7801-41	45		152	119	4	87,5
ВД280 ГУХЛ4	ЭТУ7801-44	90		295	230	3,5	89,4
ВД315 ГУХЛ4	ЭТУ7801-47	132		435	340	3,5	90,5
ВД225 ГУХЛ4	ЭТУ7801-41	45	1500	150	118	2,7	90
ВД250 ГУХЛ4	ЭТУ7801-44	67		228	178	2,7	90,8
ВД280 ГУХЛ4	ЭТУ7801-47	132		443	345	2,3	91,5
ВД315 ГУХЛ4	ЭТУ7801-47	200		660	515	2,3	92,9

Таблица 25.23. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей серии ВД, исполнение IM1001 (рис. 25.6)

Типоразмер двигателя	b_1	b_{10}	b_{11}	d_1	d_{10}	d_{30}	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}	l_{31}	h	h_1	h_5	h_{10}	h_{31}	t_1	Момент инерции, кг·м ²	Масса, кг
ВД225 ГУХЛ4	16	356	435	55	19	437	110	356	437	1168	149	225	10	59	20	718	6	0,52	505
ВД250 ГУХЛ4	18	406	495	65	24	487	140	406	484	1233	168	250	11	69	25	768	7	0,91	630
ВД280 ГУХЛ4	20	457	545	70	24	565	140	457	517	1360	190	280	12	74,5	25	920	7,5	2,11	705
ВД315 ГУХЛ4	22	508	615	80	28	635	170	508	608	1485	216	315	14	85	30	990	9	4,41	1275

Таблица 25.24. Габаритные и установочные размеры, мм, преобразователей частоты для двигателей серии ВД



Типоразмер ЭМП	b_{10}	b_{11}	h_{10}	h_{11}	h_{30}	l
ЭТУ7801-39	458	483	475	500	—	320
ЭТУ7801-41	458	483	475	500	620	320
ЭТУ7801-44	450	483	605	650	890	325
ЭТУ7801-47	450	483	1215	1260	1500	325

Примечание. Все типы ЭМП, кроме ЭТУ7801-39, снабжены вентиляторами.

мализованные шкафы одно- или двухстороннего обслуживания, используемые в крупноблочных устройствах управления электроприводами. Степень защиты — IP00 по ГОСТ 14254-80. Охлаждение ПЧ на ток 80 А — естественное воздушное, а на токи 125, 250, 500 А — принудительное воздушное.

Номинальные значения климатических факторов для ЭМП и ПЧ — по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70:

Высота над уровнем моря, м 1000

Температура окружающего воздуха, °С 1—40

Относительная влажность, %:

при 20 °С 65

при 25 °С 80

Технические данные двигателей серии ВД мощностью 30—132 кВт основного исполнения с частотой вращения 1000 об/мин, а также модификаций с частотой вращения 500, 750, 1500 об/мин при сохранении момента основного исполнения в каждом габарите приведены в табл. 25.22.

Питание ПЧ серии ВД осуществляется от трехфазной промышленной сети напряжением 380 В и частотой 50 Гц. Номинальное напряжение на выходе ПЧ, т. е. на якорной обмотке ЭМП, 300 В. Напряжение обмотки независимого возбуждения 220 В.

Режим работы ЭМП и ПЧ — S1. Вентильные электродвигатели серии ВД допускают двойную перегрузку по току в течение 10 с при номинальной частоте вращения и перегрузку $1,3I_{ном}$ при максимальной частоте вращения при сохранении постоянства мощности. Коэффициент мощности всех типоразмеров серии ВД равен 0,82.

Диапазон регулирования частоты вращения вентильных электродвигателей 1:1000, в том числе 1:4 вверх от номинальной.

Массогабаритные показатели ЭМП и ПЧ вентильных электродвигателей приведены соответственно в табл. 25.23, на рис. 25.6 и в табл. 25.24.

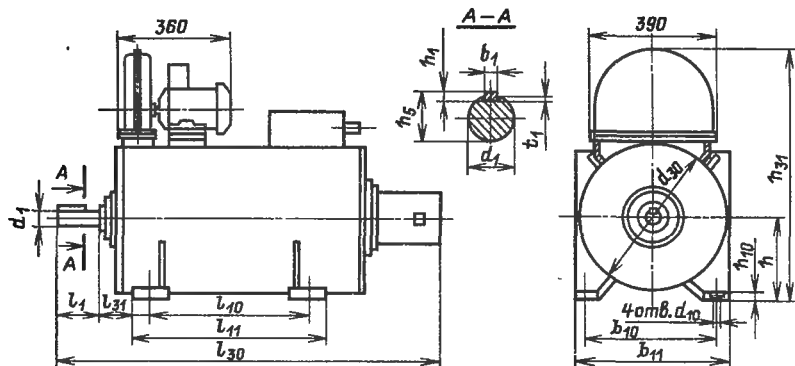


Рис. 25.6. Габаритные и установочно-присоединительные размеры ЭМП серии ВД

25.3.2. Вентильные двигатели серии ВД мощностью 200—3150 кВт

Вентильные двигатели серии ВД мощностью 200—3150 кВт с низкой частотой вращения предназначены для работы в регулируемых электроприводах химического и мельничного оборудования, шахтного подъема, буровых установок, насосов, вентиляторов и пр.

Таблица 25.25. Шкала мощностей низкоскоростных двигателей серии ВД

Типоразмер двигателя	Максимальная частота вращения, об/мин						
	100	200	300	400	500	750	1000
ВД800S	—	—	—	200	250	400	500
ВД800M	—	—	200	250	315	500	630
ВД800L	—	200	250	315	400	630	800
ВД1000S	—	250	315	400	500	800	1000
ВД1000M	—	315	400	500	630	1000	1250
ВД1000L	—	400	500	630	800	1250	1600
ВД1250S	200	500	630	800	1000	1600	2000
ВД1250M	250	630	800	1000	1250	2000	2500
ВД1250L	315	800	1000	1250	1600	2500	3150
ВД1600S	400	1000	1250	1600	2000	3150	—
ВД1600M	500	1250	1600	2000	2500	—	—
ВД1600L	630	1600	2000	2500	3150	—	—

Таблица 25.27

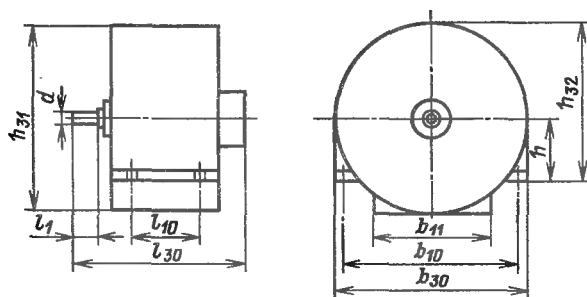
Частота вращения	КПД, %, при		
	постоянном моменте	вентиляторной нагрузке	cos φ
0,1 <i>n</i> _{max}	76	50	0,4
0,3 <i>n</i> _{max}	86	82	0,73
0,5 <i>n</i> _{max}	88	88	0,82
0,7 <i>n</i> _{max}	89	89	0,87
1,0 <i>n</i> _{max}	90	90	0,9

В комплект низкоскоростного вентильного двигателя серии ВД входят электро-механический преобразователь (ЭМП), преобразователь частоты (ПЧ), датчик положения ротора (ДПР), тахогенератор (ТГ) и система питания обмотки возбуждения (рис. 25.7).

Двигатели классифицируются по габаритам, полезной мощности и максимальной частоте вращения в соответствии с табл. 25.25. Подбор соответствующего типоразмера ПЧ осуществляется по полезной мощности ЭМП.

Электро-механический преобразователь низкоскоростной серии ВД конструктивно унифицирован с серийными синхронными двигателями. Трехфазная обмотка якоря размещена на статоре, обмотка возбуждения — на роторе. В наконечниках полюсов индуктора размещена демпферная обмотка. Питание обмотки возбуждения может быть осуществлено двумя способами. По первому способу (показанному на рис. 25.7) система

Таблица 25.26. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса электро-механических преобразователей вентильных двигателей серии ВД (типоразмеры ВД800 — ВД1600)



Типоразмер ЭМП	h	h ₃₁	h ₃₂	l ₁₀	l ₃₀	b ₁₀	b ₁₁	b ₃₀	d	l ₁	Масса, кг
ВД800	450	1530	1220	630	1630	1400	1100	1600	130	250	4000
ВД1000	500	1800	1400	1000	2000	1600	1100	1800	140	250	6000
ВД1250	500	2000	1600	1250	2400	1800	1100	2000	140	250	10 000
ВД1600	630	2720	1980	1900	2770	2770	1450	3110	200	350	16 000

Регулирование частоты вращения вентильных двигателей осуществляется в пределах $0,1 - 1n_{max}$. Изменение КПД и коэффициента мощности при регулировании частоты вращения отражено в табл. 25.27. При необходимости система управления снабжается устройствами, обеспечивающими электрическое торможение двигателя.

Силовая часть ПЧ, а также схема питания обмотки возбуждения конструктивно размещены в стандартных шкафах двухстороннего обслуживания. Степень защиты ПЧ — IP20 по ГОСТ 14254-80. Охлаждение — принудительное воздушное. Габаритные размеры ПЧ приведены в табл. 25.28.

Номинальные значения климатических факторов для низкоскоростных вентильных двигателей серии ВД по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70:

Высота над уровнем моря, м . . .	1000
Температура окружающего воздуха, °С	1—40
Относительная влажность при 25 °С, %	80

25.3.3. Вентильные двигатели серии ПЧВС

Тиристорные электроприводы по схеме вентильного двигателя серии ПЧВС предназначены для обеспечения пуска и регулирования частоты вращения мощных высоковольтных синхронных двигателей. Структурная схема электропривода показана на рис. 25.8, типы электроприводов, габаритные

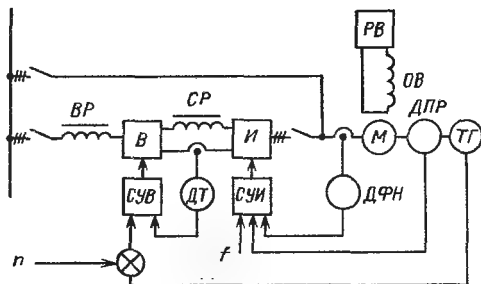


Рис. 25.8. Структурная схема электропривода по схеме вентильного двигателя серии ПЧВС:

В — выпрямитель; И — инвертор; СУВ — система управления выпрямителем; СУИ — система управления инвертором; ВР — входной реактор; СР — сглаживающий реактор; ДТ — датчик тока; ДПР — датчик положения ротора; ДФН — датчик фазы ЭДС; РВ — регулятор возбуждения; ТГ — тахогенератор; ОВ — обмотка возбуждения

размеры силовых щитов и шкафа управления приведены в табл. 25.29.

Электропривод обеспечивает: пуск двигателя, работу на любой заданной частоте вращения в диапазоне $0,06 - 1n_{ном}$, реверсирование двигателя, рекуперативное торможение, оптимизацию переходных процессов путем автоматического ограничения тока на уровне $1,5 - 2I_{ном}$, автоматическую синхронизацию двигателя с сетью.

Электропривод включает в себя ЭМП, ПЧ со звеном постоянного тока, тиристорный возбудитель, систему управления. В качестве ЭМП в серии ПЧВС использованы

Таблица 25.29. Технические и массогабаритные данные вентильных двигателей серии ПЧВС

Тип двигателя	Номинальные данные двигателя				Габаритные размеры ПЧ (длина × высота × ширина), м	Масса ПЧ, кг	Тип входного реактора	Тип сглаживающего реактора
	Мощность, кВт	Ток звена постоянного тока, А	Линейное напряжение, кВ	КПД, %				
ПЧВС-2/6-0004	2	250	6	98	4,8 × 2,8 × 0,8	4180	РБ10-630-0,56 × 3	СРОМ-8000/20У2
ПЧВС-3,15/6-0004	3,15	400	6	98	4,8 × 2,8 × 0,8	4180	РБ10-630-0,56 × 3	СРОМ-8000/20У2
ПЧВС-6,3/6-0004	6,3	800	6	97,9	6,8 × 2,8 × 0,8	6990	РБ10-630-0,56 × 3	СРОМ-16000/20У2
ПЧВС-12,5/6-0004	12,5	2 × 800	6	98,2	13,6 × 2,8 × 0,8	13980	РБ10-630-0,56 × 6	СРОМ-16000/20У2 × 2
ПЧВС-3,15/10-0004	3,15	250	10	98,5	4,8 × 2,8 × 0,8	4180	РБ10-630-0,56 × 3	СРОМ-8000/20У2
ПЧВС-5/10-0004	5	400	10	98,2	4,8 × 2,8 × 0,8	4180	РБ10-630-0,56 × 3	СРОМ-8000/20У2
ПЧВС-10/10-0004	10	800	10	98,5	6,8 × 2,8 × 0,8	6990	РБ10-630-0,56 × 3	СРОМ-1600/20У2
ПЧВС-20/10-0004	20	2 × 800	10	98,5	13,6 × 2,8 × 0,8	13980	РБ10-630-0,56 × 6	СРОМ-16000/20У2 × 2

серийно выпускаемые синхронные двигатели. Использование серийного двигателя по мощности определяется его конструктивными особенностями и электрическими параметрами. При номинальной частоте вращения коэффициент использования лежит в пределах 0,8—0,9 за счет некоторого ухудшения $\cos \phi$ (как правило, при работе от инвертора тока с коммутацией за счет ЭДС двигателя $\cos \phi_{ном} \approx 0,85 \div 0,88$ вместо 0,9), а также за счет дополнительных потерь от высших гармонических тока. Меньшее значение коэффициента использования относится к турбодвигателям.

Тиристорный ПЧ состоит из двух аналогичных силовых модулей: выпрямителя и инвертора, выполненных по трехфазной мостовой схеме. Каждое плечо — из ряда последовательных включенных тириستоров с устройствами, обеспечивающими равномерное деление напряжения между тиристорами, с устройствами индикации целостности тиристоров и защиты при выходе из строя недопустимого числа полупроводниковых приборов. В состав силового модуля входят также приборы контроля тока и напряжения и RC-цепи, ограничивающие перенапряжения при коммутации тока между тиристорами.

Все типоразмеры ПЧВС по мощности обеспечиваются двумя базовыми конструкциями силовых модулей на напряжения 6 и 10 кВ. В зависимости от номинального тока (630, 320, 200 А) предусмотрено три исполнения модулей по устройствам охлаждения: групповое принудительное, индивидуальное принудительное и естественное. При токах свыше 630 А выполняется параллельное соединение преобразователей частоты на ток 630 А.

В работе привода различают три режима: режим принудительной коммутации тока в фазах инвертора (режим низких частот), режим коммутации тока в фазах инвертора под действием ЭДС якоря ЭМП, режим синхронизации двигателя с сетью. Основным рабочим режимом является режим коммутации тока в фазах инвертора под действием ЭДС якоря ЭМП. В данном режиме управляющие импульсы, подаваемые на инвертор, синхронизируются по фазе ЭДС ЭМП.

Амплитуда тока якоря определяется модулем выходного сигнала регулятора частоты вращения и отрабатывается замкнутой системой автоматического регулирования тока воздействием на управляемый выпрямитель. Ток возбуждения автоматически регулируется в функции тока статора таким образом, что амплитуда коммутационной

ЭДС не зависит от тока якоря и изменяется пропорционально частоте вращения.

В режиме низких частот вращения синхронизация импульсов управления инвертором осуществляется логическими сигналами датчика углового положения ротора (ДПР) относительно статора. При отсутствии ДПР частота инвертора в процессе пуска, торможения и реверса в области низких частот может определяться плавным изменением сигнала задания частоты; в этом варианте электропривод работает по схеме синхронного двигателя с частотным управлением.

В режиме синхронизации двигателя с сетью частота, фаза и амплитуда напряжения обмотки якоря ЭМП, питающегося от инвертора, устанавливаются равными соответствующим параметрам сети, после чего обмотка якоря подключается к сети, а ПЧ отключается.

25.4. Погружные двигатели серии ПЭД

Трехфазные асинхронные короткозамкнутые двухполюсные погружные маслонаполненные двигатели серии ПЭД (ГОСТ 18058-80), климатического исполнения В, категории размещения 5 по ГОСТ 15150-69 предназначены для режима работы S1 от сети переменного тока частотой 50 Гц. Двигатели используются для привода центробежных насосов для откачки пластовой жидкости из нефтяных скважин (табл. 25.30).

Двигатели предназначены для работы в среде коррозионной пластовой жидкости (смесь нефти и воды в любой пропорции) с температурой до 90 °С, содержащей растворенный свободный газ, парафин и механические примеси.

Допустимое давление окружающей среды в месте подвески двигателя — до $200 \cdot 10^5$ Па.

Допустимое отклонение от номинальных параметров питающей сети: по напряжению — от -5% до +10%, по частоте $\pm 2,5\%$ номинальных значений.

Кратности начального пускового и максимального вращающих моментов двигателей — не менее 2. Пуск и управление осуществляются при помощи станций управления.

Двигатели имеют герметичное исполнение. Внутренний объем заполняется трансформаторным маслом (ГОСТ 982-80, ГОСТ 10121-76) или маслом марки МА-ПЭД

Таблица 25.30. Технические данные двигателей серии ПЭД

Тип двигателя	Мощность, кВт	Габаритный размер, мм	Линейное напряжение, В	Ток, А	η , %	$\cos \varphi$	КПД, %	Температура окружающей среды, °С, не более
ПЭД16-103БВ5	16	116	470	30	6,5	0,83	79	90
ПЭД22-103БВ5	22	116	600	32,5	6,5	0,83	79	90
ПЭД32-103БВ5	32	116	870	32,5	6,5	0,83	80	90
ПЭД45-103БВ5	45	116	1050	38	7,5	0,84	79	90
ПЭДС63-103БВ5	63	116	1700	33	6,5	0,83	78	90
ПЭДС90-103БВ5	90	116	2000	40	8	0,84	77	90
ПЭД45-117БВ5	45	121,5	1000	36	5,5	0,85	84	90
ПЭД63-117БВ5	63	121,5	1400	36	5,5	0,86	84	90
ПЭДС90-117БВ5	90	121,5	1950	37	5,5	0,86	84	90
ПЭДС125-117БВ5	125	121,5	1950	53	5,5	0,85	82	90
ПЭД63-123БВ5	63	134	1400	37	5	0,85	83	90
ПЭД90-123БВ5	90	134	1950	38	5	0,85	84,5	90
ПЭД125-123БВ5	125	134	1950	52,5	5,5	0,85	83	90
ПЭДС180-123БВ5	180	134	1850	79,5	5	0,85	83	90
ПЭДС250-123БВ5	250	134	1850	109,5	5,5	0,86	83	90
ПЭД22-103ДВ5	22	116	550	37,5	6,5	0,81	76,5	70
ПЭД32-103ДВ5	32	116	800	37,5	6,5	0,81	76,5	70
ПЭД45-103ДВ5	45	116	950	42,5	7	0,84	76,5	70
ПЭД45-117ДВ5	45	121,5	1300	28	4,5	0,86	82	60
ПЭДБ45-117ДВ5	45	117	1300	28	4,5	0,86	82	60
ПЭД63-117ДВ5	63	121,5	1870	28	4,5	0,85	82	60
ПЭДС90-117ДВ5	90	121,5	2000	37,5	4,5	0,84	82	60
ПЭД16-117КВ5	16	117	500	25,5	5	0,86	84	60
ПЭД22-117КВ5	22	117	700	25,5	5	0,86	84	60
ПЭД32-117КВ5	32	117	1000	25,5	5	0,86	84	60
ПЭД45-117КВ5	45	117	1400	25,5	5	0,86	84	60
ПЭД63-117КВ5	63	117	2000	25,5	5	0,86	84	60
ПЭДС90-117КВ5	90	117	2000	36,5	4,5	0,85	84	60
ПЭДС125-117КВ5	125	117	2000	50	4,5	0,86	84	60
ПЭДС180-130КВ5	180	130	2300	62	6	0,87	84	60
ПЭДС250-130КВ5	250	130	2300	86	6	0,87	84	60
ПЭД45-138КВ5	45	138	1400	24,5	4,5	0,87	86	60
ПЭД63-138КВ5	63	138	2000	24,5	4,5	0,87	86	60
ПЭД90-138КВ5	90	138	2000	35	4,5	0,87	86	60
ПЭД125-138КВ5	125	138	2000	48	4,5	0,87	86	60
ПЭД16-117ЛВ5	16	117	500	25,5	5,5	0,86	84	90
ПЭД22-117ЛВ5	22	117	700	25,5	5,5	0,86	84	90
ПЭД32-117ЛВ5	32	117	1000	25,5	5,5	0,86	84	90
ПЭД45-117ЛВ5	45	117	1400	25,5	5,5	0,86	84	90
ПЭД63-117ЛВ5	63	117	2000	25,5	5,5	0,86	84	90
ПЭДС90-117ЛВ5	90	117	2000	36,5	5,0	0,85	84	90
ПЭДС125-117ЛВ5	125	117	2000	50	5,0	0,86	84	90
ПЭД45-130ЛВ5	45	130	1400	25,5	6,0	0,87	84	90
ПЭД63-130ЛВ5	63	130	2000	25,5	6,0	0,87	84	90
ПЭД90-130ЛВ5	90	130	2000	25	6,0	0,87	84	90
ПЭД125-130ЛВ5	125	130	2000	49,5	6,0	0,87	84	90
ПЭДС180-130ЛВ5	180	130	2300	62	6,0	0,87	84	90
ПЭДС250-130ЛВ5	250	130	2300	86	6,0	0,87	84	90

Таблица 25.31. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, двигателей ПЭД...103БВ5, ПЭД...103ДВ5, ПЭД...117БВ5, ПЭД...117ДВ5

Тип двигателя	Ри- су- нок	l_1	l_2	l_{20}	l_{30}	l_{31}	l_{33}	d_1	d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	d_{31}	d_{33}	d_{36}	h_{20}	b_1			
ПЭД16-103БВ5	25.9	60	35	17	1374	3461	1007	$D6 \times 21 \times 25d8 \times \times 5d8$	103	83	11	65	92	103	103	116	96,5	5			
ПЭД22-103БВ5						4141															
ПЭД32-103БВ5						5501															
ПЭД45-103БВ5						6181															
ПЭД22-103ДВ5	4141				25.10	1374		5185											$D6 \times 21 \times 25d8 \times \times 5d10$	117	121,5
ПЭД32-103ДВ5	5501																				
ПЭД45-103ДВ5	6181																				
ПЭД45-117БВ5	25.11					1374		5185						117		121,5					
ПЭД63-117БВ5	7085																				
ПЭД45-117ДВ5	25.12				1374	5185		7085													
ПЭД63-117ДВ5																					

Таблица 25.32. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, двигателей ПЭД...117КВ5, ЛВ5; ПЭД...130КВ5, ЛВ5 с гидрозащитами 1Г53 и 1Г63 (рис. 25.16)

Тип двигателя	l_1	l_2	l_{20}	l_{30}	l_{31}	d_1	d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	d_{31}	h_{20}	b_1
ПЭД16-117КВ5, ЛВ5	60	35	17	2070	2430	$D6 \times 21 \times 25d8 \times 5d10$	103	83	11	65	92	117	96,5	5
ПЭД22-117КВ5, ЛВ5					3200									
ПЭД32-117КВ5, ЛВ5					3940									
ПЭД45-117КВ5, ЛВ5					5080									
ПЭД63-117КВ5, ЛВ5					6980									
ПЭД45-130КВ5, ЛВ5	30	50		2035	3425	$D6 \times 28 \times 34d8 \times 7d10$	123	100		82	114	130	118,5	7
ПЭД63-130КВ5, ЛВ5					4415									
ПЭД90-130КВ5, ЛВ5					5905									
ПЭД125-130КВ5, ЛВ5					7435									

(ТУ 38.101.579-75) с пробивным напряжением не менее 30 кВ.

Для предупреждения проникновения пластовой жидкости во внутренний объем двигателей, а также компенсации расхода и температурных изменений объема масла двигатели укомплектованы гидрозащитой.

Статор двигателя представляет собой

стальную цельнотянутую трубу, в которую запрессован шихтованный сердечник. Обмотка статора — однослойная катушечная, выполнена впротыжку. Соединение фаз — звезда. Изоляция обмотки статора — маслостойкая, класса нагревостойкости не ниже Е.

Секционированный сердечник ротора посажен непосредственно на вал двигателя. Пакеты сердечника набираются на вал,

Таблица 25.33. Габаритные, установочные-присоединительные размеры, мм, двигателей ПЭДС...103БВ5, ПЭДС...117БВ5, ПЭДС...123БВ5 и ПЭДС90-117ДВ5

Тип двигателя	Тип гидрозащиты	Рисунки	l_1	l_2	l_{20}	l_{30}	l_{31}	l_{32}	d_1	d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	d_{31}	d_{32}	d_{36}	h_{20}	b_1	l_{33}
ПЭДС63-103БВ5	ПЛ103	25.13	60	35	17	1570	5211	5311	$D6 \times 21 \times 25d8 \times 5d8$	103	83		65	92	103	103	116	95	5	—
ПЭДС90-103БВ5							5891	5991												—
ПЭДС90-117БВ5							5000	5100							117	117	121,5			—
ПЭДС125-117БВ5							6900	7000												—
ПЭДС180-123БВ5	ПЛ123	25.13	30	50	17	1615	7515	7615	$D6 \times 28 \times 34d8 \times 7d8$	123	100		82	114	123	123	134	118,5	7	—
ПЭДС250-123БВ5							8850	8950												—
ПЭДС63-103БВ5	1Г51	25.14	60	35	17	1374	5211	5308	$D6 \times 21 \times 25d8 \times 5d8$	103	83		65	92	103	103	116	96,5	5	1007
ПЭДС90-103БВ5							5891	5988												
ПЭДС90-117БВ5							5000	5097							117	117	121,5			
ПЭДС125-117БВ5							6900	6997												
ПЭДС180-123БВ5	1Г62	25.14	30	50	17	1435	7515	7612	$D6 \times 28 \times 34d8 \times 7d8$	123	100		82	114	123	123	134	118,5	7	1012
ПЭДС250-123БВ5							8850	8947												
ПЭДС90-117ДВ5	1Г51	25.12	60	35	17	1374	4883	5132	$D6 \times 21 \times 25d8 \times 5d10$	103	83		65	92	117	117	121,5	96,5		1007
ПЭДС90-117БВ5																				

[illegible][illegible]

Тип двигателя	l_1	l_{20}	l_{30}	l_{31}	l_{33}	l_{36}	d_1	d_2	d_3	d_4
ПЭДС180-130КВ5, ЛВ5	20	17	1435	11 851	2240	70	$D6 \times 28 \times$ $\times 34d8 \times 7d10$	45	36	$D6 \times 28 \times$ $\times 34H9 \times 7E9$
ПЭДС250-130КВ5, ЛВ5				14 821						

Тип двигателя	d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	d_{31}	d_{33}	d_{36}	b_1	h_{20}	Масса, кг
ПЭДС180-130КВ5, ЛВ5	123	100	11	82	114	130	123	140	7	118,5	1160
ПЭДС250-130КВ5, ЛВ5											1410

Таблица 25.37. Габариты, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателя ПЭДБ45-117ДВ5 с гидрозащитой 1Г58 (рис. 25.20)

Тип двигателя	l_1	l_{20}	l_{24}	l_{30}	l_{31}	d_1	t	d_4
ПЭДБ45-117ДВ5	32	28	87	2136	5181	$D6 \times 21 \times 25d8 \times 5d10$	4	$D6 \times 21 \times 25H9 \times 5E9$

Продолжение табл. 25.37

Тип двигателя	d_{20}	d_{21}	d_{23}	d_{24}	d_{30}	d_{31}	d_{44}	d_{45}	d_{46}	b_1	b_2	Мас- са, кг
ПЭДБ45-117ДВ5	80	M110 × 3	65	82	117	117	22	15,2	8	5	6,5	448

Таблица 25.38. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ПЭД...103БВ5, ПЭД...117БВ5 и ПЭД...123БВ5

Тип двигателя	Рисун- ок	l_1	l_2	l_{20}	l_{30}	l_{31}	d_1	d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	d_{31}	d_{36}	b_1	h_{20}	Масса, кг. не более
ПЭД16-103БВ5 ПЭД22-103БВ5 ПЭД32-103БВ5 ПЭД45-103БВ5	25.21	60	35	17	1570	3464 4144 5504 6184	$D6 \times 21 \times$ $\times 25d8 \times 5d10$	103	83	11	65	92	103	116	5	96,5	236 276 359 399
ПЭД45-117БВ5 ПЭД63-117БВ5	25.22	60	35	17	1570	5188 7088	$D6 \times 21 \times$ $\times 25d8 \times 5d10$	103	83	11	65	92	117	121,5	5	96,5	413 563
ПЭД63-123БВ5 ПЭД90-123БВ5 ПЭД125-123БВ5	25.23	30	50	17	1615	5835 7615 8950	$D6 \times 28 \times$ $\times 34d8 \times 7d10$	123	100	11	82	114	123	134	7	118,5	553 708 818

Таблица 25.39. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ПЭДС90-117КВ5, ЛВ5 и ПЭДС125-117КВ5, ЛВ5 с гидрозащитой 1Г53 (рис. 25.24)

Тип двигателя	l_1	l_2	l_{20}	l_{30}	l_{31}	l_{32}	d_1
ПЭДС90-117КВ5, ЛВ5	60	35	17	2070	4875	5010	$D6 \times 21 \times 25d8 \times 5d10$
ПЭДС125-117КВ5, ЛВ5					6775	6958	

Продолжение табл. 25.39

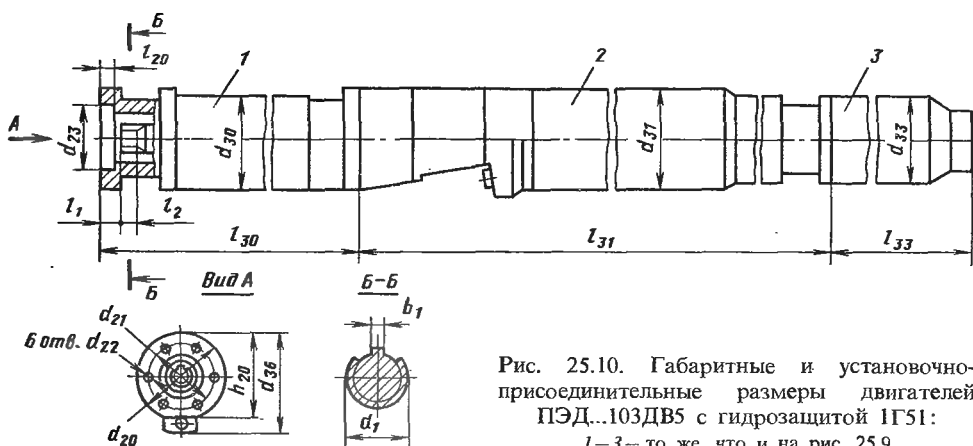
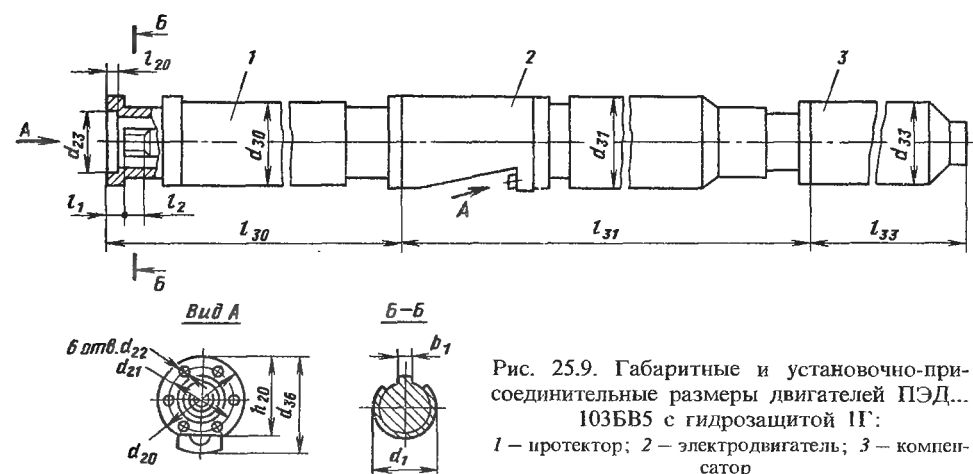
Тип двигателя	d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	d_{31}	d_{32}	b_1	h_{20}	Масса, кг, не более
ПЭДС90-117КВ5, ЛВ5	103	83	11	65	92	117	117	5	96,5	760
ПЭДС125-117КВ5, ЛВ5										1090

Таблица 25.40. Габаритные, установочно-присоединительные размеры, мм, и масса двигателей ПЭДС90-117КВ5, ЛВ5 с гидрозащитой 1Г51 (рис. 25.25)

Тип двигателя	l_1	l_2	l_{20}	l_{30}	l_{31}	l_{32}	l_{33}	d_1
ПЭДС90-117КВ5, ЛВ5	60	35	17	1374	4875	5060	1007	$D6 \times 21 \times 25d8 \times 5d10$

Продолжение табл. 25.40

Тип двигателя	d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{30}	d_{31}	d_{32}	d_{33}	b_1	h_{20}	Масса, кг, не более
ПЭДС90-117КВ5, ЛВ5	103	83	11	65	92	117	117	103	5	96,5	760



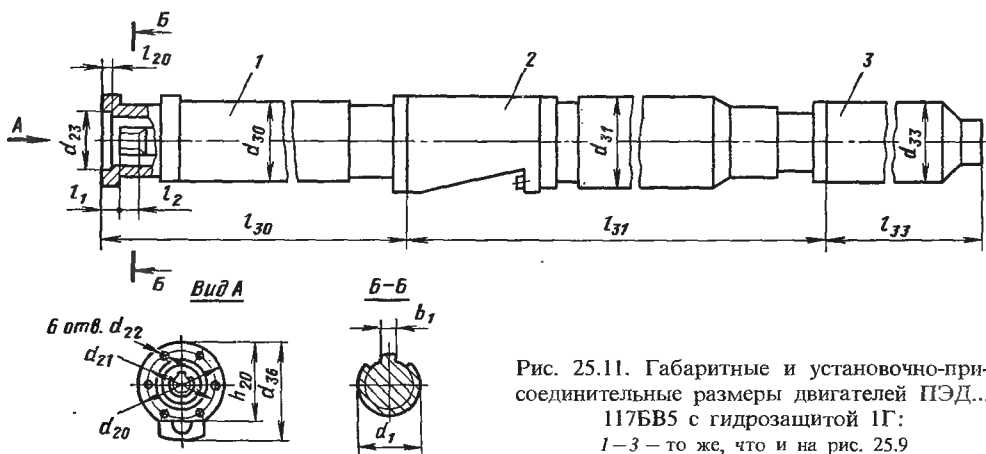


Рис. 25.11. Габаритные и установочно-при-
соединительные размеры двигателей ПЭД...

117БВ5 с гидрозащитой 1Г:

1—3 — то же, что и на рис. 25.9

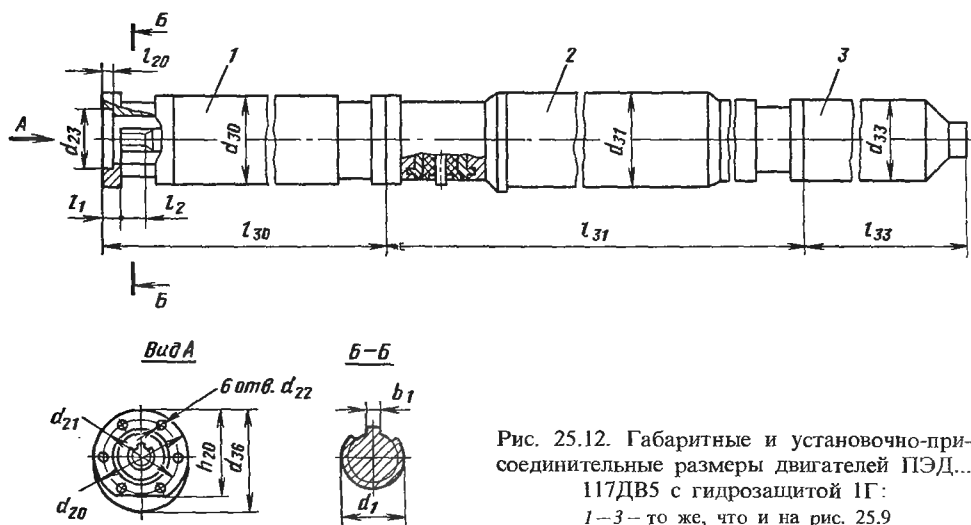


Рис. 25.12. Габаритные и установочно-при-
соединительные размеры двигателей ПЭД...

117ДВ5 с гидрозащитой 1Г:

1—3 — то же, что и на рис. 25.9

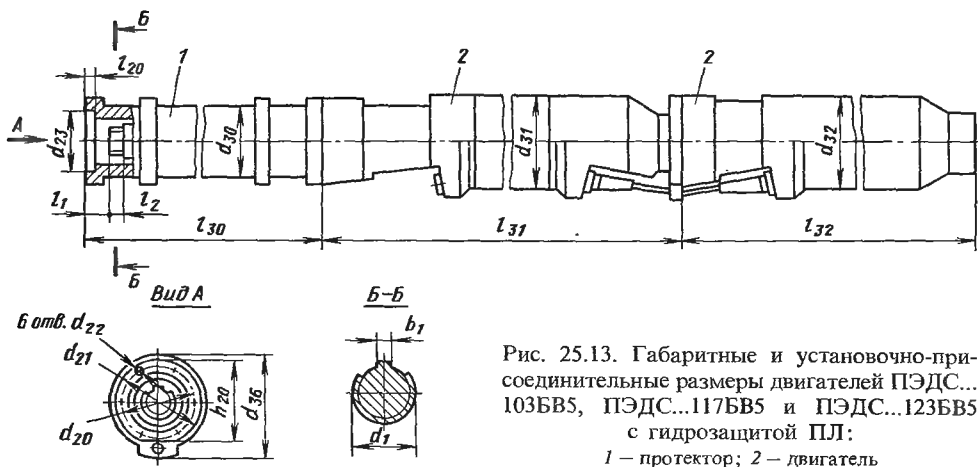


Рис. 25.13. Габаритные и установочно-при-
соединительные размеры двигателей ПЭДС...

103БВ5, ПЭДС...117БВ5 и ПЭДС...123БВ5
с гидрозащитой ПЛ:

1 — протектор; 2 — двигатель

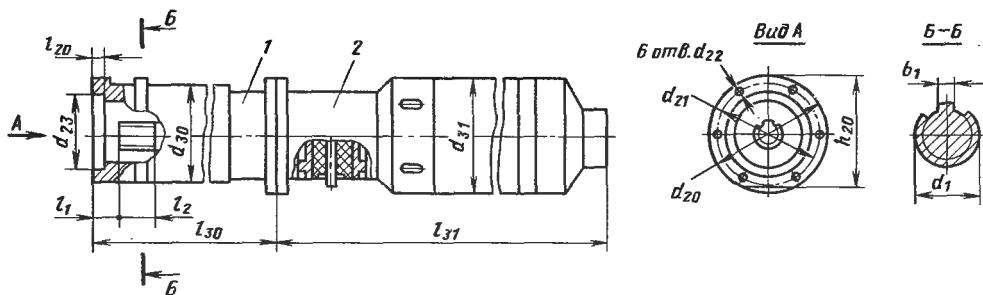
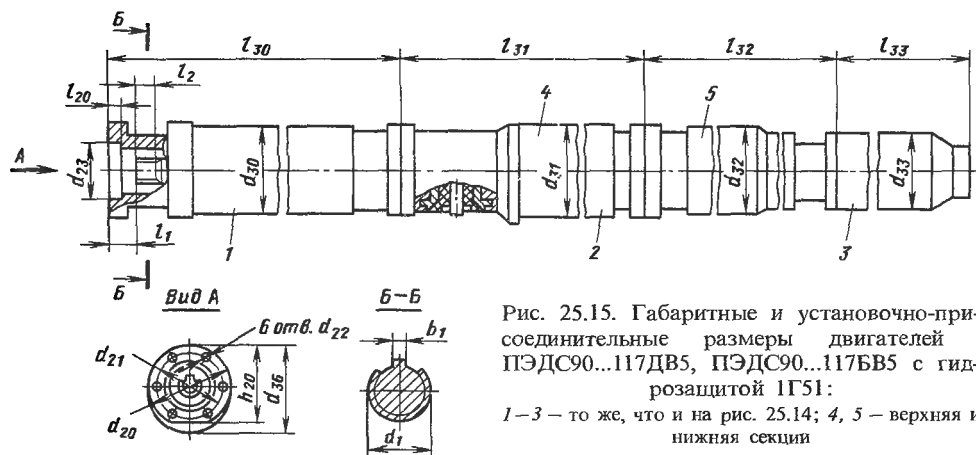
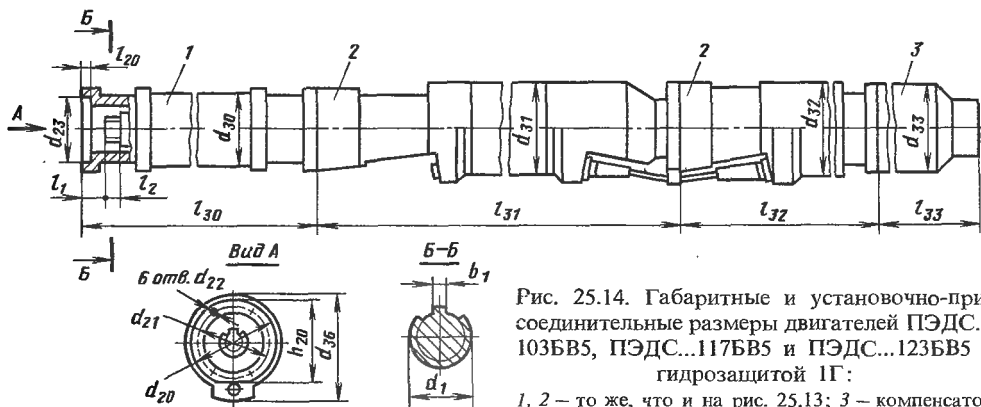


Рис. 25.16. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ПЭД...117КВ5, ЛВ5 и ПЭД...130КВ5, ЛВ5 с гидрозащитами 1Г53, 2Г63:

1 — проектор; 2 — двигатель

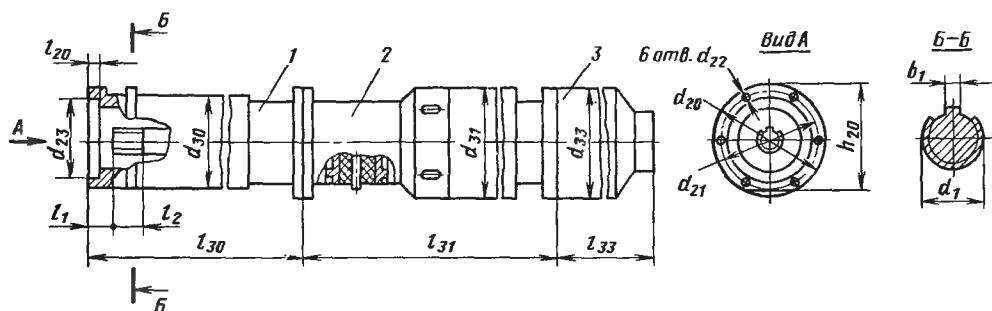


Рис. 25.17. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ПЭД...117КВ5, ЛВ5 и ПЭД...130КВ5, ЛВ5 с гидрозащитой 1Г51:

1, 2 — то же, что и на рис. 25.16; 3 — компенсатор

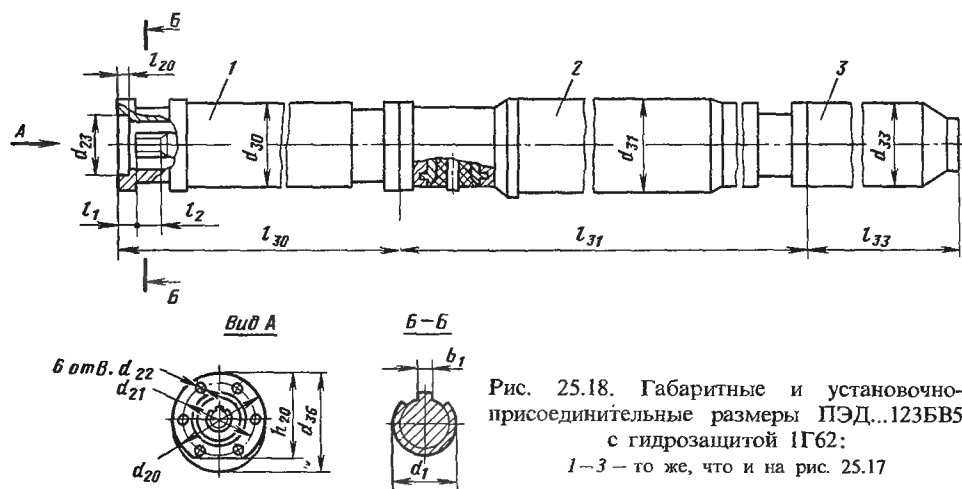


Рис. 25.18. Габаритные и установочно-присоединительные размеры ПЭД...123БВ5 с гидрозащитой 1Г62:

1—3 — то же, что и на рис. 25.17

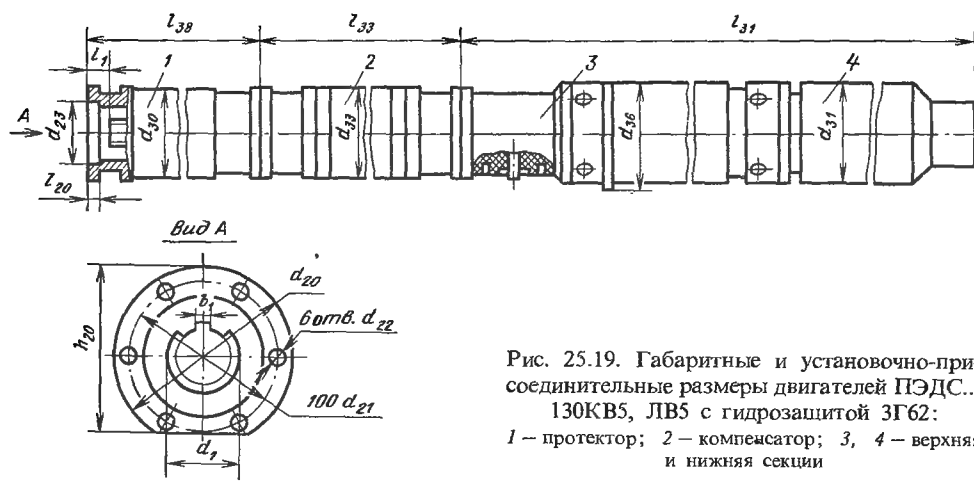
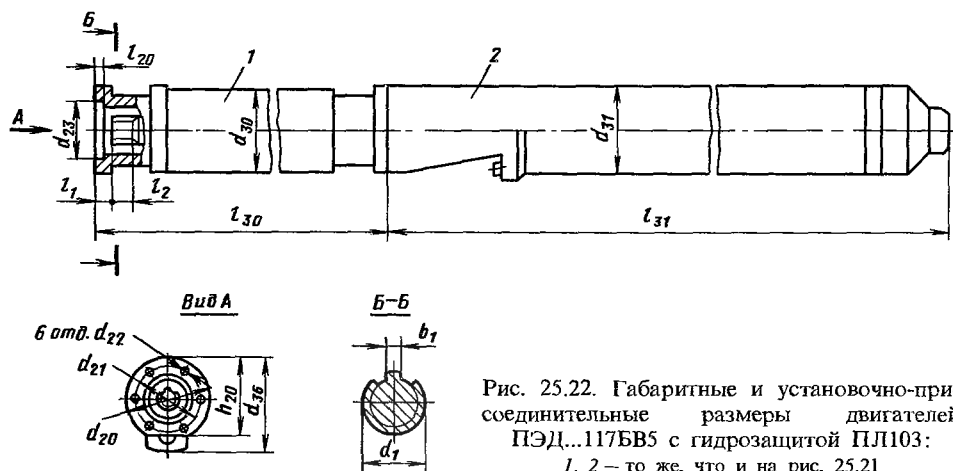
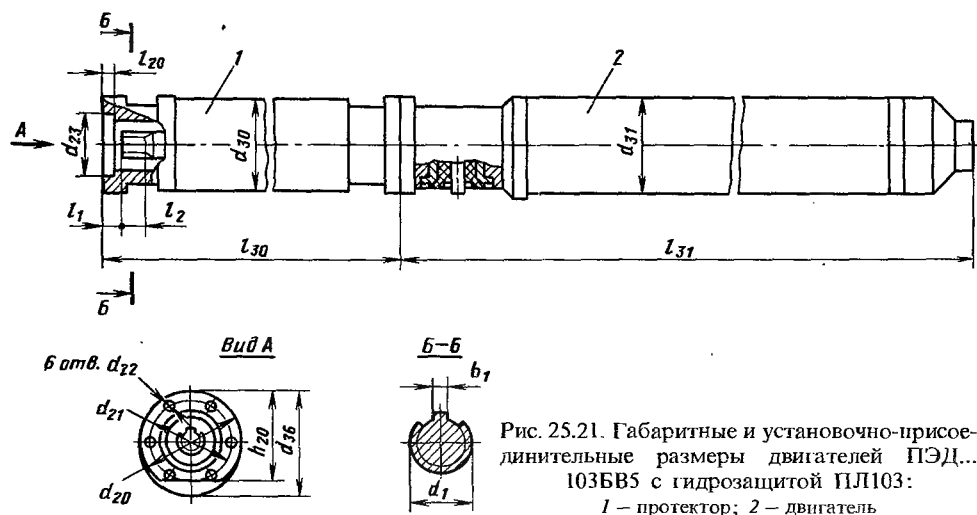
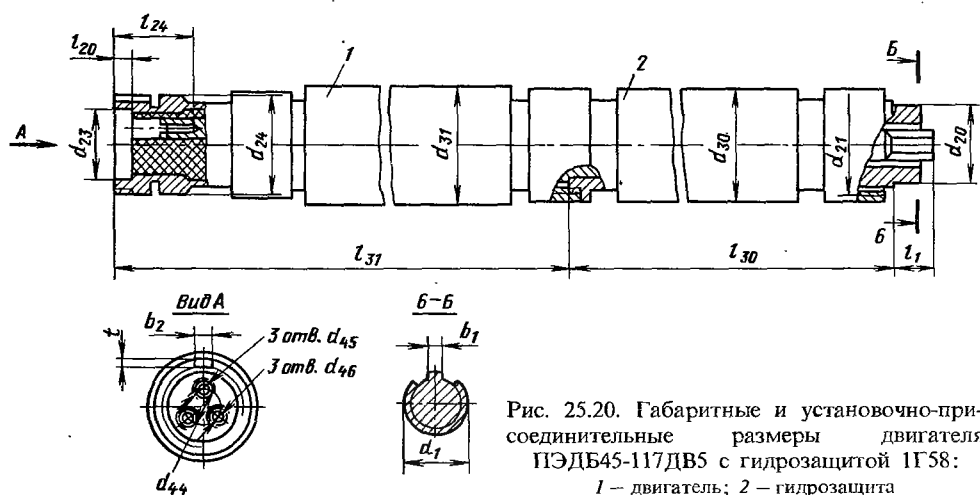


Рис. 25.19. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ПЭДС...130КВ5, ЛВ5 с гидрозащитой 3Г62:

1 — протектор; 2 — компенсатор; 3, 4 — верхняя и нижняя секции



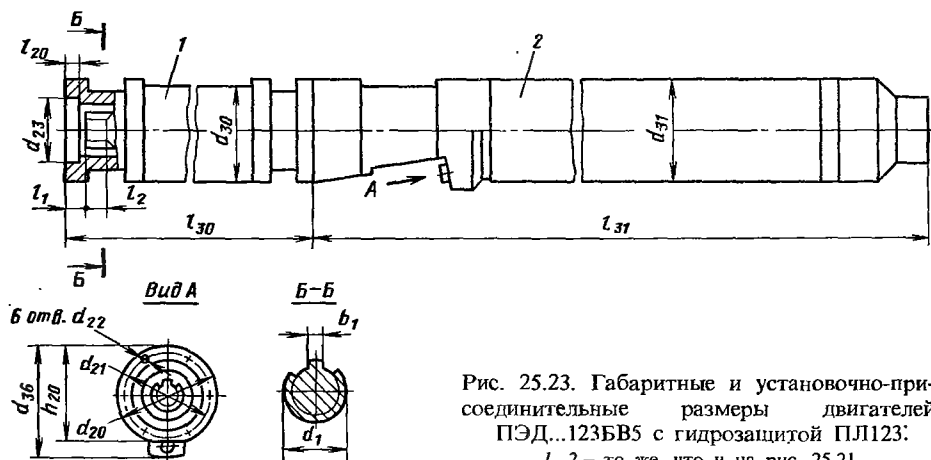


Рис. 25.23. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ПЭД...123БВ5 с гидрозащитой ПЛ123:

1, 2 — то же, что и на рис. 25.21

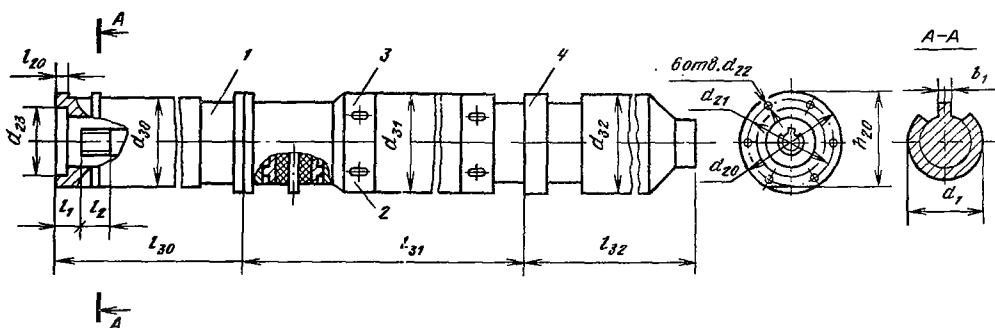


Рис. 25.24. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ПЭДС90-117КВ5, ЛВ5 и ПЭДС125-117КВ5, ЛВ5 с гидрозащитой ИГ53:

1, 2 — то же, что и на рис. 25.22; 3, 4 — верхняя и нижняя секции

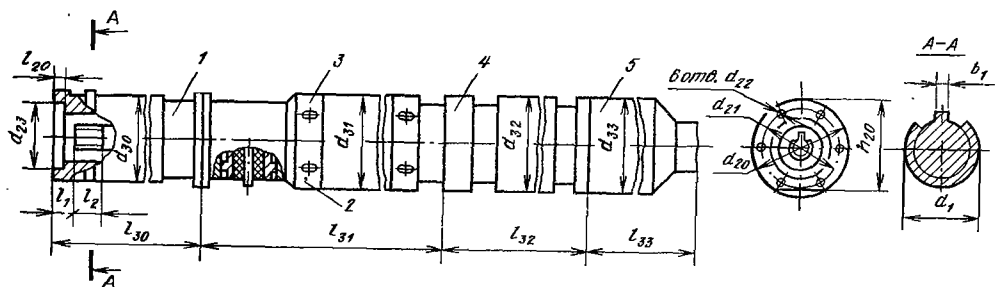


Рис. 25.25. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ПЭДС90-117КВ5, ЛВ5 с гидрозащитой ИГ51:

1-4 — то же, что и на рис. 25.24; 5 — компенсатор

чередующаясь с радиальными подшипниками скольжения, которые в свою очередь фиксируются относительно внутренней поверхности статора.

Весь набор пакетов сердечника ротора фиксируется на валу в осевом направлении фасонными гайками или пружинным кольцом. Фасонные гайки одновременно обеспечивают принудительную циркуляцию масла в двигателе. В двигателях с креплением пакетов сердечника с помощью пружинных колец принудительная циркуляция масла обеспечивается пятой подпятника.

Обмотка ротора — стержневая медная короткозамкнутая. Стержни обмотки по торцам ротора сварены с короткозамыкающими кольцами.

Фиксация ротора в осевом направлении в рабочем (вертикальном) положении двигателя обеспечивается подпятником, расположенным в верхней части двигателя.

Питающий кабель к выводам двигателя подключается через токовод штепсельного или ножевого типа.

Для мощностей 63, 90, 125, 180 и 250 кВт предусмотрена секционированная конструкция двигателей из двух частей, соединяемых вместе в процессе монтажа на скважине.

Габаритные и установочно-присоединительные размеры и тип гидрозащиты двигателей приведены в табл. 25.31—25.40 и на рис. 25.9—25.25.

25.5. Электробур

Электробур (ГОСТ 15880-83) представляет собой погружной вращающийся агрегат, предназначенный для бурения вертикальных, наклонно направленных и разветвленно-горизонтальных нефтяных и газовых скважин. По согласованию с предприятием-изготовителем электробур могут использоваться для бурения скважин иных назначений.

Привод электробур осуществляется специальным асинхронным погружным маслonaполненным двигателем с короткозамкнутым ротором мощностью до 210 кВт, напряжением до 2500 В, частотой 50 Гц. Климатическое исполнение электробуров — В, категория размещения — 5 по ГОСТ 15150-69.

Электробур рассчитан на работу в среде промывочного раствора с температурой 80 °С при гидростатическом давлении $1250 \cdot 10^5$ Па в режиме S1.

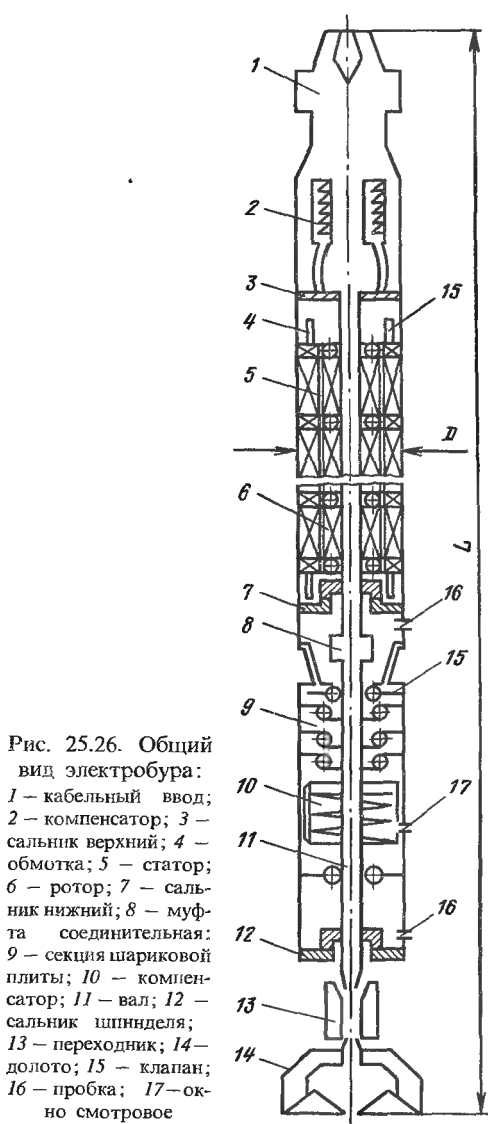


Рис. 25.26. Общий вид электробур:

1 — кабельный ввод; 2 — компенсатор; 3 — сальник верхний; 4 — обмотка; 5 — статор; 6 — ротор; 7 — сальник нижний; 8 — муфта соединительная; 9 — секция шариковой плиты; 10 — компенсатор; 11 — вал; 12 — сальник шпинделя; 13 — переходник; 14 — долото; 15 — клапан; 16 — пробка; 17 — окно смотровое

Электробур выпускаются с трехфазными или однофазными конденсаторными асинхронными маслonaполненными электродвигателями (конденсаторные электробур), с короткозамкнутым ротором с редуктором или без редуктора.

Кратность пускового момента двигателей электробур — от 0,9 до 1,2, максимального момента — от 2,1 до 2,5 в зависимости от типа электробур.

Управление и защита электробур осуществляется комплектами устройствами УЗЭБ-77-У2, УЗЭБ-65М-У2.

Таблица 25.41. Технические данные и габаритные размеры электробуров

Показатель	Э164-8-В5	Э190-8-В5	Э240-8М-В5	Э290-12АМ-В5
Мощность, кВт	65	125	210	180
Напряжение, В	1100/1000*	1300/1000*	1700/1400*	1750/1600*
Ток номинальный, А	89	126	144	123
Частота сети, Гц	50	50	50	50
Частота вращения синхронная, об/мин	750	750	750	750
Скольжение, %	10	10	9	10
КПД, %	60	67,5	75	71
Коэффициент мощности	0,64	0,66	0,66	0,68
Момент, Н·м:				
номинальный	930	1800	2970	3850
максимальный	1950	3880	7600	8200
пусковой	1100	2200	3000	3500
Ток пусковой, А	250	380	515	400
Максимальная осевая нагрузка, кН	250	300	400	450
Габаритные размеры:				
диаметр D , мм	164	190	240	290
длина L , мм	11 700	12 900	13 600	12 600
Масса, кг	1500	2200	3600	4500

* Работа с редуктором.

В зависимости от геологических условий и технических требований на скважину электробуров комплектуются телеметрической системой, механизмом искривления, редуктором-вставкой, приставкой для отбора керна.

Основные технические данные и габаритные размеры наиболее распространенных электробуров приведены в табл. 25.41.

Общий вид электробура приведен на рис. 25.26.

Питание электробура осуществляется с помощью двухжильных кабельных секций, размещенных внутри металлических буровых труб, используемых в качестве третьего провода. Питание конденсаторного электробура осуществляется по однопроводному токоподводу.

Вал электробура — полый. В отверстие вала подается к забою промысловая жидкость или воздух.

Статор двигателя для привода электробура представляет собой стальную цельнотянутую трубу, в которую запрессованы шихтованные магнитные и немагнитные сердечники. Ротор двигателя выполнен в виде секционированных пакетов сердечника из листов электротехнической стали, насаженных на вал. В промежутках между сердечниками расположены шариковые подшипники, опорами которых служат немагнитные сердечники статора. Обмотка ротора — стержневая, короткозамкнутая.

Внутренняя полость двигателя заполняется авиационным маслом марки МС-20 (МК-22) по ГОСТ 21743-76. Давление в полости двигателя превышает внешнее давление на $2,94 \cdot 10^5 - 0,49 \cdot 10^5$ Па. Превышение давления достигается с помощью компенсатора, на поршень которого действует давление пружины.

25.6. Электромагнитные муфты и тормоза

25.6.1. Электромагнитная муфта ЭМС-750

Электромагнитная муфта ЭМС-750 предназначена для оперативного управления приводом буровой лебедки и защиты его механизмов от механических перегрузок. Режим работы — S4, ПВ = 60 %. Климатическое исполнение и категория размещения — У2 по ГОСТ 15150-69.

Группа условий эксплуатации — М8 по ГОСТ 17516-72.

Основные технические данные муфты

Передаваемый момент, Н·м:	
номинальный	7350
максимальный	15 700
Номинальный ток возбуждения, А	70
Максимальный кратковременный ток возбуждения, А	110

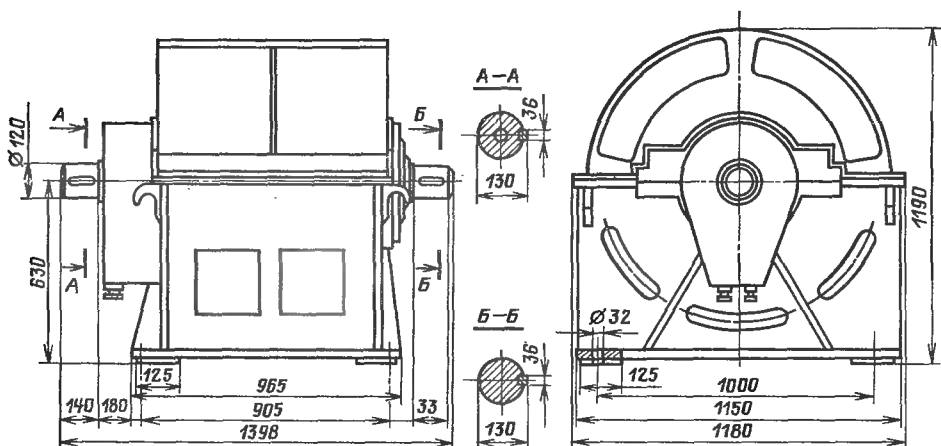


Рис. 25.27. Габаритные и установочно-присоединительные размеры муфты ЭМС-750

Номинальное напряжение возбуждения, В	56
Частота вращения ведущего вала, об/мин	750
Номинальное скольжение, %	$5 \pm 1,25$
Масса, кг	3400

25.6.2. Электромагнитный порошковый тормоз ТЭП 45

Электромагнитный порошковый тормоз типа ТЭП 45 предназначен для торможения и удержания на весу груза, спускаемого через исполнительный механизм. Режим работы — S4. Климатическое исполнение и категория размещения — У1 по ГОСТ 15150-69. Предназначен для работы в невзрывоопасной окружающей среде, не содержащей химически агрессивных примесей, вредно действующих на изоляцию тормоза.

Группа условий эксплуатации — М18 по ГОСТ 17516-72.

Технические данные тормоза

Тормозной момент, кН·м:	
номинальный	45
максимальный при двукратной форсировке тока возбуждения	65
остаточный при размагниченном магнитопроводе	0,3
Напряжение возбуждения, В	127/254
Ток, А	20/5
Потребляемая мощность, кВт	1,27

Принцип действия тормоза основан на использовании электромагнитных сил, действующих в заполненном ферромагнитным порошком зазоре тормоза. Под действием постоянного магнитного потока, создаваемого катушками возбуждения при прохождении через них постоянного тока, порошок втягивается в рабочие зазоры тормоза,

Наружной частью муфты является якорь, представляющий собой стальной цилиндр с кольцевыми ребрами на внешней поверхности для увеличения теплоотдачи. К якорю болтами крепятся подшипниковые щиты, на одном из них монтируется вентилятор, а к другому крепится полусось, выходной конец которой непосредственно соединяется с валом двигателя. Индуктор, находящийся внутри якоря, выполнен из трех когтеобразных частей, скрепленных между собой и насаженных на вал. Выводные концы катушек возбуждения выводятся на контактные кольца через отверстия в валу.

При подаче напряжения на катушки возбуждения в индукторе возникает электромагнитный поток, который индуктирует во вращающемся якоре вихревые токи. В результате этого взаимодействия создается электромагнитный момент, под действием которого индуктор начинает вращаться в сторону вращения якоря с определенным скольжением. Значение передаваемого момента регулируется током возбуждения.

Станина муфты — сварная. Со стороны ведомого вала на станине располагается тахогенератор для контроля частоты вращения ведомого вала. Муфта в сборе закрыта съемным кожухом. Общий вид, габаритные и установочно-присоединительные размеры муфты показаны на рис. 25.27.

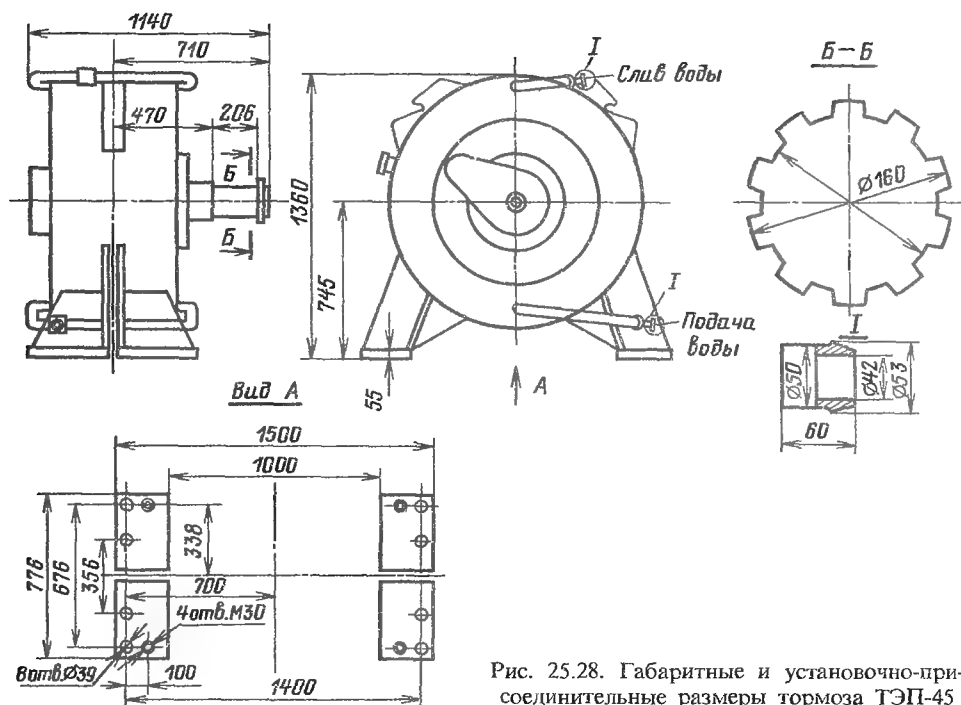


Рис. 25.28. Габаритные и установочно-присоединительные размеры тормоза ТЭП-45

создавая механическую связь между статором и ротором. После отключения катушек возбуждения магнитный поток исчезает, порошок выбрасывается из воздушных зазоров и происходит расщепление ротора со статором.

Тормоз состоит из двух скрепленных между собой индукторов и Т-образного якоря, насаженного на вал. Внутри индукторов размещены катушки возбуждения, выводные концы которых выведены на коробку контактных зажимов. Для отвода тепла из активной зоны в теле индукторов имеются аксиальные каналы, а в торцах — кольцевые проточки. Во внутренние отверстия индукторов вварены подшипниковые щиты со смотровыми отверстиями, закрытыми крышками. Скрепленные между собой индукторы образуют корпус тормоза. На статоре тормоза монтируется тахогенератор, привод которого осуществляется через цепную передачу. Для удаления порошка из тормоза в нижней части предусмотрены два отверстия, закрытые крышками.

При эксплуатации порошкового тормоза необходим тщательный контроль за его работой во избежание случаев заклинивания ротора и спекания порошка. В связи с изменением метеорологических условий в ра-

бочей полости тормоза возможно отпотевание, увлажнение порошка, поэтому перед началом работы необходимо проверять порошок на влажность и при необходимости просушивать его. В периоды вероятного выпадения росы или инея рекомендуется сыпать порошок из тормоза. В процессе эксплуатации порошок изнашивается, в связи с чем уменьшаются его сыпучесть, магнитная проницаемость и объемная масса. Показателями износа порошка являются его цвет и объемная масса, поэтому в процессе эксплуатации не реже одного раза в месяц берется проба порошка и измеряется его объемная масса.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры тормоза приведены на рис. 25.28.

25.6.3. Электромагнитный тормоз с водяным охлаждением ЭМТ-4500

Электромагнитный тормоз предназначен для интенсивного торможения при спуске бурового инструмента. Тормоз устанавливается на раме буровой лебедки.

Режим работы — S4, ПВ = 40 %. Климатическое исполнение и категория размещения — У1 или Т2 по ГОСТ 15150-69. Группа условий эксплуатации — М18 по ГОСТ 17516-72.

Технические данные тормоза

Номинальный тормозной момент, Н·м	45
Максимальный кратковременный (до 10 с) момент, Н·м	57—60
Номинальный ток возбуждения, А	135
Максимальный кратковременный ток возбуждения, А	180
Номинальное напряжение возбуж- дения, В	120
Частота вращения, об/мин	500
Масса, кг	6300

Статор тормоза выполнен из 5 колец, каждое из которых имеет 30 когтеобразных полюсов. Полюсы имеют Т-образную (3 кольца) и Г-образную (2 кольца) форму. Кольца скреплены таким образом, что полюсы одного кольца входят в паз другого. Между кольцами в специальных пазах размещаются катушки возбуждения. Для стока конденсата в нижней части статора под катушками

возбуждения предусмотрены дренажные отверстия.

Ротор — сварной конструкции, в которой имеются два цилиндра, приваренных с помощью щитов к ступице на валу. Полость между цилиндрами по окружности разделена на четыре отсека, в каждом из которых имеются входное и выходное отверстия.

Со стороны водораспределительной коробки вал имеет пять продольных каналов: четыре concentрично расположенных — входные и центральный — выходной. В центральный канал встроена труба, через которую подается воздух в пневмопневматическую муфту. Пустота, образованная трубой и каналом вала, служит для прохождения охлаждающей воды. Каналы вала соединены с отверстиями ротора шлангами. На валу имеется два роликоподшипника. Подшипниковые щиты — сварные. На одном из щитов монтируется тахогенератор, являющийся датчиком частоты вращения ротора тормоза.

Принцип действия тормоза заключается в следующем: при подаче постоянного напряжения на катушки возбуждения в статоре появляется магнитный поток и в массивном вращающемся роторе наводятся вихревые токи. Взаимодействие вихревых токов ро-

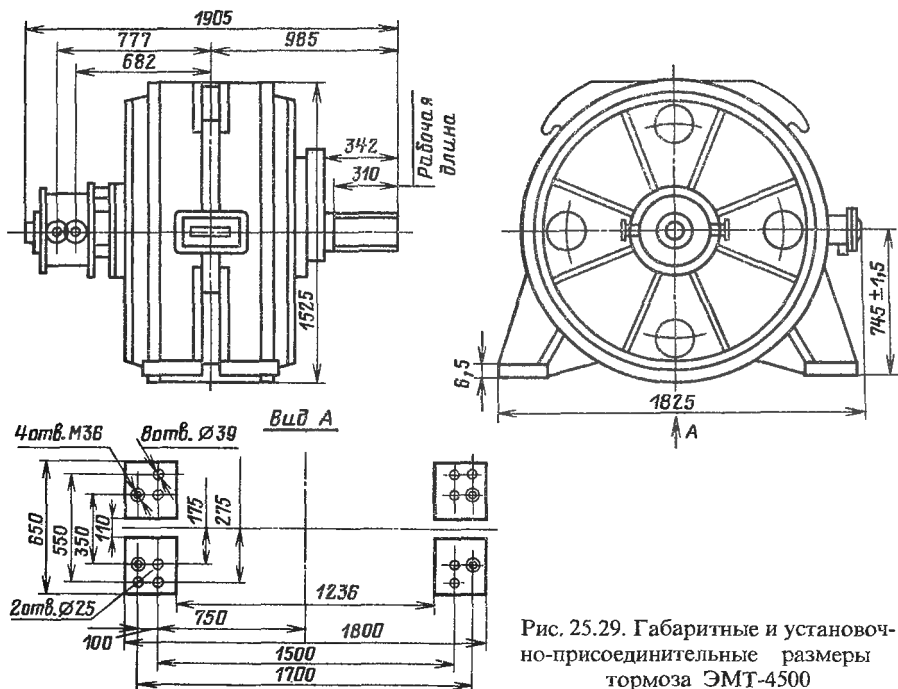


Рис. 25.29. Габаритные и установочные-присоединительные размеры тормоза ЭМТ-4500

тора с магнитным потоком статора создает тормозной момент, при этом энергия в тормозе превращается в тепло, для отвода которого подается охлаждающая вода. Тормозной момент можно плавно регулировать изменением тока возбуждения.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры тормоза приведены на рис. 25.29.

25.7. Балансирные электрические машины АКБ

Балансирные асинхронные машины АКБ 8, 9-го и 10-го габаритов (табл. 25.42) выполнены на базе асинхронных двигателей с фазными роторами. Они применяются для

обкатки двигателей внутреннего сгорания на обкаточно-тормозных стендах. Машины могут работать в двигательном и генераторном режимах (соответственно во время холодной и горячей обкатки двигателей).

В двигательном режиме машины допускают плавное изменение частоты вращения от $0,4n_{\text{ном}}$ до $n_{\text{ном}}$ при моменте сопротивления, равном $0,6M_{\text{ном}}$, в течение 1 ч, в генераторном режиме — изменение частоты вращения от n_c до $2n_c$ при моменте, равном $0,2 - 1 M_{\text{ном}}$, в течение 2 ч. Продолжительность работы с частотой вращения $n = 2n_c$ при номинальном моменте не должна превышать 10 мин. Машины АКБ мощностью 37 и 90 кВт в указанных режимах допускают перегрузку по моменту на 10 % сверх номинального.

Таблица 25.42. Технические данные асинхронных машин АКБ 8—10-го габаритов (исполнение IM6811)

Типоразмер двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	$U_{\text{ном}}$, В	n_c , об/мин	При номинальной нагрузке			Кратность максимального момента	Данные ротора	
				ток, А	КПД, %	$\cos \varphi$		Напряжение, В	Ток, А
АКБ-82-4У3	55	220/380	1500	188/108,5	91,5	0,84	2	160	200
АКБ-82-6У3	37	220/380	1000	126/73	91	0,85	2	165	144
АКБ-92-4У3	90	220/380	1500	309/178	90,5	0,85	2	235	248
АКБ-92-6У3	75	220/380	1000	250/144	90,5	0,86	1,8	215	220
АКБ-92-8У3	55	220/380	750	198/114	90	0,81	1,7	175	200
АКБ-101-4У3	160	380/600	1500	295/170	92,5	0,89	1,9	302	325
АКБ-101-4У3	160	220/380	1500	516/298	91,5	0,89	1,9	320	315

РАЗДЕЛ 26

АВТОТРАКТОРНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

26.1. Назначение, условия работы и общие технические требования

Автотракторные электрические машины (АТЭМ) предназначены для установки на автомобильных транспортных средствах общего назначения, тракторах, самоходных сельскохозяйственных машинах, мотоциклах, мотороллерах, мопедах и велосипедах, а также на автотракторных и мотоциклетных двигателях внутреннего сгорания. На транспортных средствах используются системы электрооборудования постоянного и переменного тока. Автотракторные электромашины используются в системе электрообору-

дования постоянного тока в качестве генераторов, стартеров и электродвигателей, а в системе электрооборудования переменного тока — только в качестве генераторов (велосипеды, мопеды, легкие мотоциклы без стартерного запуска).

Технические требования к АТЭМ сформулированы в стандартах (перечень которых приведен ниже) с учетом специфических тяжелых условий их эксплуатации в широком диапазоне климатических зон, при повышенных тряске и вибрации, высокой температуре подкапотного пространства, наличии паров масла, топлива, пыли и при непременном обеспечении требований обладать мини-

малыми габаритными размерами, массой и стоимостью при продолжительном сроке службы:

- ГОСТ 3940-84 . . . Электрооборудование автотракторное. Общие технические условия
- ГОСТ 13608-79 . . . Генераторы автомобильные. Габаритные и присоединительные размеры
- ГОСТ 13054-80 . . . Генераторы для тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие технические условия
- ГОСТ 9944-77 . . . Стартеры электрические автотракторные. Общие технические условия
- ГОСТ 9443-79 . . . Электродвигатели автотракторные постоянного тока. Общие технические условия

Большинство АТЭМ работают при изменяющихся частотах вращения и нагрузках (генераторы, стартеры, некоторые электродвигатели), что потребовало введения специальных правил для установления их номинальных величин.

Номинальные данные АТЭМ указываются при температуре окружающего воздуха $25 \pm 10^\circ\text{C}$, относительной влажности 45–80%, атмосферном давлении 840–1060 гПа. Номинальное напряжение систем электрооборудования, в которых используются АТЭМ, равно 6, 12 или 24 В. Номинальные напряжения генераторов и генераторных установок (генератор с регулятором напряжения) принимаются равными 7, 14 и 28 В*, стартеров и электродвигателей – 6, 12 и 24 В.

Номинальные данные электродвигателей, используемых при работающем двигателе внутреннего сгорания, устанавливаются при напряжении 6,7; 13,5 или 27 В.

Электродвигатели, используемые при работающем двигателе внутреннего сгорания, должны быть работоспособны при изменении подводимого напряжения в пределах 0,9–1,25 номинального.

Автотракторные электрические машины проектируются для работы в однопроводной системе. На транспортных средствах с системой электрооборудования постоянного тока с корпусом машины соединяется отрицательный полюс системы. Изделия, у которых от корпуса изолированы оба полюса,

* Номинальные напряжения генераторов старых выпусков принимались равными 6,5; 12,5 и 25 В.

Таблица 26.1

Виды изделий	Температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$, при исполнении		
	У	ХЛ	Т
Изделия, устанавливаемые на двигателе и в моторном отделении	Рабочая +70 Предельная +80		
Изделия, устанавливаемые в кабине или закрытом кузове, а также снаружи	Рабочая +55 Предельная +65		
Изделия, устанавливаемые снаружи, в кабине или закрытом кузове, а также изделия, которые должны работать до предпускового подогрева	–45	Рабочая –60 Предельная –60	–20
	–50		–45
Изделия, устанавливаемые на двигателе в моторном отделении и включаемые после предпускового подогрева	–40	Предельная –40	–20

Таблица 26.2

Наименование частей электрических машин	Допустимые превышения температуры, °С, для классов изоляционных материалов по ГОСТ 8865-70				
	A	E	B	F	H
Обмотки автомобильных генераторов и электродвигателей	—	—	125	140	—
Коллекторы и контактные кольца	100	115	145	155	160

допускаются лишь в особых случаях. Направление вращения валов АТЭМ, определенное со стороны приводного конца вала, предпочтительно правое (по часовой стрелке).

Автотракторные электрические машины выпускаются: по климатическому исполнению (по ГОСТ 15150-69): У — для умеренного климата, ХЛ — для холодного климата, Т — для тропического климата, О — для общеклиматического исполнения; по степени защиты (защита от проникновения посторонних тел и воды по ГОСТ 14254-80): генераторы автомобильные и тракторные — IP1X, IP10, генераторы тракторные и мотоциклетные, электродвигатели и стартеры — IP33, IP23, IP54, IP67, IP20, IP40 (допускаются и другие исполнения); по продолжительности рабочего режима (по ГОСТ 183-74): генераторы и электродвигатели — продолжительного S1, стартеры и электродвигатели — кратковременного S2, электродвигатели — повторно-кратковременного S3 с продолжительностью включения 15, 25, 40 и 60%.

Автотракторные электрические машины должны быть работоспособны при эксплуатации при температуре окружающей среды, указанной в табл. 26.1. В особых случаях могут устанавливаться и более высокие максимальные температуры.

Автотракторные электрические машины должны быть работоспособны после пребывания в неработающем состоянии при температуре —60 °С для исполнения ХЛ и —45 °С для исполнений У и Т и после воздействия влажной тепловой среды в течение четырех суток при температуре 40 ± 2 °С и относительной влажности $95 \pm 3\%$ для исполнений У и ХЛ (для изделий исполнений Т и О влагоустойчивость нормируется ГОСТ 15151-69).

Изделие для грузового автомобиля, работающего на высоте 4500 м, должно функционировать при давлении до 580 гПа. Во всех других случаях АТЭМ должны выдерживать снижение атмосферного давления

до 610 гПа, что соответствует давлению на высоте 4000 м над уровнем моря.

Обмотки АТЭМ, а также токоведущие детали этих изделий, должны выдерживать относительно корпуса без повреждений в течение 1 мин воздействие практически синусоидального переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 550 В, кроме обмоток и токоведущих частей электродвигателей с электромагнитным возбуждением, которые должны выдерживать 250 В. Такое испытание допускается проводить только раз. Повторное испытание проводят при напряжении, на 30% меньшем.

Степень искрения щеток электрических машин постоянного тока по шкале ГОСТ 183-74 для электромашин продолжительного режима работы должна быть не более 1,5, для электрических машин повторно-кратковременного и кратковременного режимов работы с продолжительностью 5 мин и выше — не более 2, для электромашин с продолжительностью работы 3 мин и менее — не более 3.

Допустимые превышения температуры частей электрических машин продолжительного и повторно-кратковременного режимов (при испытаниях на стенде) при температуре окружающего воздуха не более 40 °С и атмосферном давлении 840–1060 гПа должны соответствовать данным табл. 26.2.

Температуру обмоток следует измерять методом сопротивления или термометром.

Автотракторные электрические машины должны быть работоспособными и не должны иметь повреждений и поломок после действия вибрационных и ударных нагрузок, указанных в табл. 26.3. Для изделий, устанавливаемых на двигателях, допускаются и более жесткие требования.

Автотракторные электрические машины должны выдерживать без повреждений испытания на повышенную частоту вращения на холостом ходу в течение: 20 с — стартеры и другие электрические машины с режимом работы менее 1 мин; 2 мин — остальные электрические машины.

Повышенная частота вращения должна быть на 20% больше максимальной частоты вращения для генераторов и двигателей и частоты вращения холостого хода для стартеров.

Металлические покрытия АТЭМ должны по внешнему виду соответствовать ГОСТ 9.301-86 и выдерживать воздействие соляного тумана от 24 до 72 ч. Туман в испытательной камере образуется распылением раствора хлористого натрия в дистиллированной воде в количестве 33 ± 3 г/л. Лакокрасочные по-

Таблица 26.3. Уровень вибрационных перегрузок АТЭМ

Наименование изделия	Вид нагрузки	Частота вибрации, Гц		Максимальное ускорение, м/с ²	Продолжительность испытания
		при периодических испытаниях	при типовых испытаниях		
Изделия, устанавливаемые на двигателе	Вибрационная	50	50—250	100	8 ч
Остальные изделия	Ударная	—	—	150	10 000 ударов
	Вибрационная	50	50—250	50	8 ч
	Ударная	—	—	100	10 000 ударов

крытия должны быть масло-бензостойкими и выдерживать без растворения, отлипания и прочих повреждений одночасовые погружения в ванну с испытательной жидкостью, составленной из 90 частей бензина и 10 частей бензола по массе.

Ресурс АТЭМ устанавливается не менее ресурса до первого капитального ремонта объекта, для которого предназначена АТЭМ.

Условия массового производства, тяжелые условия эксплуатации предъявляют ряд специальных требований к конструкции АТЭМ. При разработке АТЭМ следует предусматривать максимально возможную унификацию узлов и деталей, посадочных мест, способов крепления, габаритов, конструкции привода.

Конструкция не должна быть трудоемкой в производстве и эксплуатации, должна быть выполнена из недорогих и недефицитных материалов, выпускающихся в конфигурации, удобной для автоматизированного производства (рулонная сталь для производства пакетов статоров генераторов, профилированная медь для производства коллекторов и т. п.).

Для обеспечения ремонта АТЭМ в эксплуатации заменой вышедших из строя узлов и деталей последние должны быть взаимозаменяемыми. Все резьбовые соединения должны быть защищены от самоотворачивания.

Обозначение АТЭМ позволяет определить, в качестве какого изделия они используются в системе электрооборудования. У АТЭМ прежних выпусков буква или сочетание букв, стоящие перед цифрой, означающей порядковый номер разработки, обозначали: Г — генератор, Ст — стартер, МЭ — мотор электрический (электродвигатель). В новых разработках АТЭМ буквенное обозначение изделия отсутствует. Однако цифровое обозначение изделия содержит в себе элементы необходимой информации.

Первые две цифры обозначают порядковый номер модели или ее узла, третья цифра — модификацию изделия. Если моди-

фикации нет, то эта цифра опускается. Далее ставится точка, которая отделяет порядковый номер модели от четырехзначного числа, представляющего собой шифр типовой группы, к которой изделие относится. Типовые группы АТЭМ имеют следующие шифры: генераторы — 3701, стартеры — 3708, электродвигатели — 3730.

Таким образом, обозначение 463.3701 указывает, что это генератор 46-й модели 3-й модификации (в данном конкретном случае эта модификация отличается от базовой модели 46.3701 размерами приводного шкива).

26.2 Генераторы

На автомобилях, тракторах, самоходных сельскохозяйственных машинах, тяжелых и средних мотоциклах, где используется стартерный запуск двигателей внутреннего сгорания, устанавливаются аккумуляторные батареи. В этом случае используется система электрооборудования постоянного тока.

На легких мотоциклах (объем цилиндров 125—175 см³), мопедах, велосипедах, где нет электрической системы запуска и аккумуляторных батарей, используется более простая и дешевая система электрооборудования переменного тока переменной частоты.

В качестве основных источников системы электрооборудования постоянного тока используются или вентильные генераторы (синхронные генераторы, работающие на сеть постоянного тока через выпрямитель), или коллекторные генераторы постоянного тока.

Для питания потребителей в системе электрооборудования переменного тока (в основном светотехнического оборудования, системы зажигания) используют различные типы однофазных синхронных генераторов с возбуждением от постоянных магнитов.

26.2.1. Специальные требования к генераторам

Кроме общих требований, изложенных в § 26.1 и относящихся ко всему автотракторному электрооборудованию, к автотракторным генераторам предъявляется ряд специальных требований, отражающих специфику их работы, состоящую главным образом в том, что они приводятся во вращение двигателем подвижного объекта, режим работы которого, прежде всего скоростной, определяется условиями движения. Границы диапазона изменения частот вращения для тракторных генераторов соотносятся в пределах 1:4, для автомобильных — 1:12. Поэтому в отличие от генераторов общего назначения, характеризующихся одной номинальной частотой вращения, для автотракторных генераторов специфичной является токоскоростная характеристика (ТСХ), представляющая собой зависимость наибольшего тока, отдаваемого генератором при заданном напряжении (номинальном, а в ряде случаев — ненормальном), от частоты вращения.

В технических материалах и документации часто указывается не вся ТСХ, а лишь ее отдельные точки, к которым относятся частота вращения при холостом ходе n_0 и частота вращения при номинальном токе нагрузки $n_{\text{ном}}$. Последний параметр характерен для генераторов постоянного тока коллекторного типа, так как они работают в комплексе с ограничителем тока, защищающим их от перегрузки, и при частотах вращения выше $n_{\text{ном}}$ наибольший ток не может превышать номинального.

Вентильные генераторы, обладающие самоограничением, характеризуются наибольшим током I_{max} , который они могут отдать при заданных напряжении и частоте вращения. Для автомобильных генераторов и некоторых типов тракторных генераторов I_{max} указывается при частоте вращения 5000 об/мин.

В качестве промежуточной точки ТСХ чаще всего указывается частота вращения при расчетном токе нагрузки, равном $2/3 I_{\text{max}}$.

Максимальный ток, умноженный на номинальное напряжение, определяет номинальную мощность автомобильных генераторов. Необходимость нормирования характерных точек ТСХ связана с тем, что генератор значительное время работает при малых частотах вращения, отдавая неполную мощность потребителям. При этом в системе электрооборудования постоянного тока часть нагрузки берет на себя аккумуляторная

батарея, которая в этом случае разряжается.

Если характерные точки ТСХ выбраны неправильно (слишком велика частота вращения n_0 , мал максимальный ток), разряд аккумуляторной батареи превышает допустимые пределы, что препятствует надежному запуску двигателя подвижного объекта и снижает срок службы аккумуляторных батарей.

То, что автотракторные генераторы проектируются для работы в широком диапазоне частот вращения, снижает их использование по массе в сравнении с генераторами, рассчитанными на постоянную частоту вращения. Переменной является и нагрузка генераторов. Она определяется мощностью и числом включенных в данный момент времени потребителей, что зависит от дорожных условий, режима движения, времени года, времени суток, а также от состояния аккумуляторной батареи.

При переменной частоте вращения и переменной нагрузке напряжение должно быть стабильным. Поэтому большинство генераторов работают с регуляторами напряжения, поддерживающими напряжение с точностью не хуже $\pm 4\%$. Регулирование напряжения генераторов с электромагнитным возбуждением производится изменением тока возбуждения генератора, при этом ток возбуждения не должен быть больше допустимого для выбираемого типа регулятора напряжения.

Генератор должен быть защищен от перегрузок. Предельная нагрузка генератора определяется нагревом самого генератора и встроенных в него выпрямителей и регуляторов напряжения. Вентильные генераторы, а также генераторы переменного тока должны иметь самоограничение, чтобы максимальный ток при любой частоте вращения не превышал допустимого по нагреву значения.

У коллекторных генераторов постоянного тока максимальный ток при больших частотах вращения заметно (при максимальной частоте вращения в 2—3 раза) превышает допустимый по нагреву, поэтому коллекторные генераторы должны работать с ограничителями тока.

Для снижения массогабаритных показателей генераторы имеют интенсивный обдув. Автомобильные генераторы снабжаются центробежными вентиляторами, обеспечивающими внутреннюю осевую вентиляцию. У тракторных генераторов последних разработок наряду с осевой внутренней вентиляцией применяется наружный обдув по корпусу от вентилятора двигателя или собственной осевой вентилятора. Мотогенераторы

охлаждаются встречным потоком воздуха при движении.

Резкие и частые изменения частоты вращения требуют от привода генератора наличия амортизирующих свойств. Таким свойством обладает ременная передача, связывающая валы автотракторного генератора и приводного двигателя. Исключение составляет привод генераторов повышенной мощности, где встречается привод через муфту (генератор 11.3701 трактора Т330 и др.). У мотоциклетных генераторов допускается шестеренчатый привод.

26.2.2. Особенности испытаний генераторов

В специфику испытаний вентильных и коллекторных автотракторных генераторов входит экспериментальное определение ТСХ или отдельных ее характерных точек.

Эти испытания сводятся к выявлению частот вращения, соответствующих наперед заданному напряжению и току нагрузки генератора, или к определению тока, отдаваемого генератором при наперед заданных напряжении и частоте вращения.

Токоскоростные характеристики могут определяться в «холодном» и «горячем» состояниях генератора. Под холодным понимают такое состояние генератора, при котором температура его узлов практически равна температуре окружающей среды ($20 \pm 5^\circ\text{C}$). Поскольку при снятии характеристик генератор нагревается, время эксперимента должно быть минимальным (не более 1 мин), а повторный эксперимент должен производиться после того, как температура узлов вновь станет равной температуре окружающей среды (не ранее чем через 2 ч).

Для снятия точек ТСХ в «горячем» состоянии генератор предварительно нагревается за счет выделяющихся в нем потерь при работе в заданном режиме и температуре окружающей среды $20 \pm 5^\circ\text{C}$. После достижения установившегося теплового состояния, при котором температура узлов генератора изменяется не более чем на 1°C за 30 мин или отдаваемый ток не более чем на 0,5 А за 5–10 мин при заданных частоте вращения и напряжении, производится снятие точки ТСХ.

Рекомендуется ТСХ определять по пяти измерениям в диапазоне от максимального тока нагрузки до холостого хода. При этом установившегося теплового состояния добиваются в каждой из измеряемых точек.

Практически тепловое состояние устанавливается через 1 ч работы в данном режиме.

Характерные точки ТСХ в «холодном» состоянии определяются при приемо-сдаточных испытаниях, в «горячем» состоянии — при типовых и периодических испытаниях.

Современные генераторы выпускаются с встроенными регуляторами напряжения. Наличие регулятора оказывает существенное влияние на результаты экспериментов по снятию ТСХ, так как, во-первых, падение напряжения на полупроводниковых элементах в цепи обмотки возбуждения снижает отдачу генератора и, во-вторых, вступление регулятора в работу при напряжении ниже номинального (в пределах точности работы регулятора) не позволяет снять ТСХ при номинальном напряжении. Поэтому при приемо-сдаточных испытаниях характерные точки ТСХ определяют для генераторов с номинальным напряжением 14 В при напряжении 12,5 или 13 В, а с номинальным напряжением 28 В — при 25 или 26 В.

При типовых и периодических испытаниях характерные точки ТСХ определяют при номинальном напряжении, для чего регулятор напряжения специально перестраивается. Если такая перестройка невозможна, то эксперименты проводят при пониженном напряжении, что оговаривается в ТУ на данный генератор.

Генераторы переменного тока, предназначенные для питания осветительной аппаратуры и цепей зажигания, испытываются в комплекте с активным сопротивлением, имитирующим нагрузку от осветительной аппаратуры, и системой зажигания, нагруженной на стандартный трехэлектродный игольчатый разрядник.

Активное сопротивление нагрузки не должно иметь отклонения значения величины от номинала с учетом нагрева до практически установившейся температуры при прохождении тока более чем на $\pm 1\%$.

Напряжение в цепи питания осветительной аппаратуры должно быть не ниже заданного при минимальной частоте вращения и не выше заданного при максимальной частоте.

По цепи зажигания проверяется бесперебойность искрообразования в трехэлектродном игольчатом разряднике при работе генератора в заданном диапазоне частот вращения.

Перед проверкой электрических характеристик генератора магнит ротора стабилизируется кратковременными замыканиями цепей освещения в пределах 25–30 раз.

26.2.3. Генераторы постоянного тока

Генераторы постоянного тока (ГПТ) на автомобилях и тракторах в настоящее время применяются все реже. Основные технические данные наиболее распространенных ГПТ приведены в табл. 26.4.

Конструкция типового ГПТ представлена на рис. 26.1. Корпус генератора изготовляется из полосовой малоуглеродистой стали. Отверстия в корпусе для установки щеток закрываются защитной лентой. Отлитые из чугуна или алюминиевого сплава крышки стягиваются между собой двумя болтами. Подлюсы, изготовленные штамповкой из цилиндрической заготовки, с надетыми на них обмотками возбуждения закреплены на корпусе винтами. Как правило, ГПТ — двухполюсные. Один вывод обмотки возбуждения соединен с отрицательной щеткой, другой — с выводом III ГПТ.

Сердечник якоря, набранный из пластин электротехнической стали толщиной 0,5—1 мм, изолированных друг от друга только окалиной, напрессован на вал. Коллекторы ГПТ изготавливаются на пластмассе. Щеткодержатели реактивного типа крепятся на крышке со стороны коллектора заклеп-

ками. В ГПТ используются в основном щетки марок ЭГ-13 и ЭГ-13П.

В задней и передней крышках автомобильных генераторов имеются вентиляционные окна, через которые центробежный вентилятор, расположенный на приводном шкиве, протягивает воздух через генератор.

Отличим большинства тракторных и мотоциклетных генераторов от автомобильных является отсутствие вентиляционных окон в крышках и вентиляторов, так как охлаждение генератора осуществляется потоком воздуха от вентилятора двигателя или встречным потоком воздуха при движении.

26.2.4. Вентильные генераторы

Вентильный генератор (ВГ) — основной тип генератора, применяющийся сейчас на автомобилях и тракторах. Фактически современный ВГ представляет собой генераторную установку, поскольку в него кроме выпрямителя встроен регулятор напряжения. На рис. 26.2 представлена схема генераторной установки автомобиля.

Установка состоит из собственно генератора, выпрямителя и регулятора напряжения. Силовой выпрямитель дополнен тре-

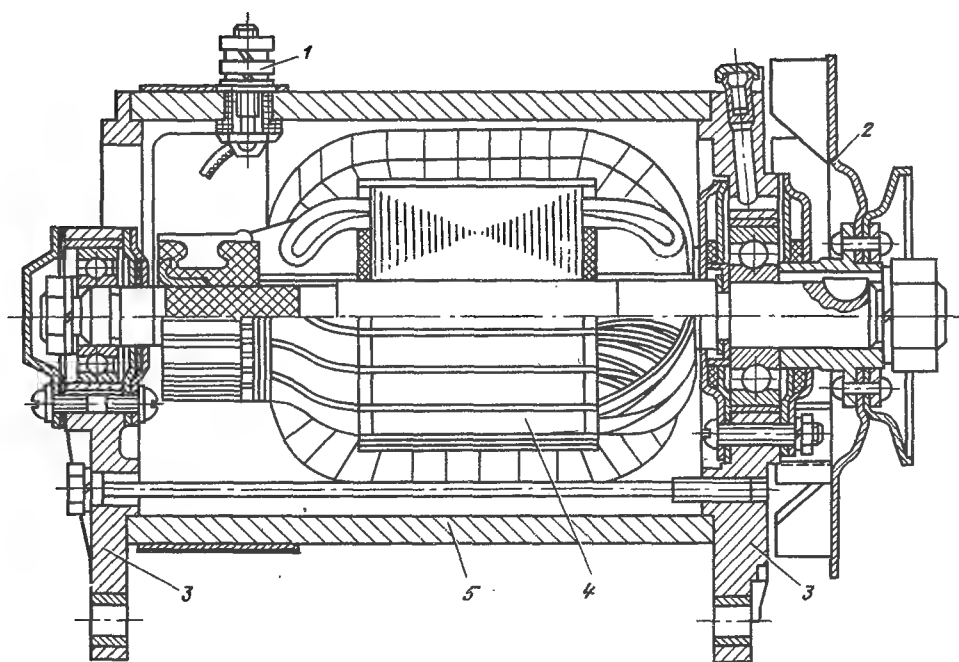


Рис. 26.1. Автомобильный генератор постоянного тока:

1 — вывод; 2 — шкив-вентилятор; 3 — крышка; 4 — якорь; 5 — корпус

Таблица 26.4. Технические данные генераторов постоянного тока

Тип генератора	Мощность, Вт	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Частота вращения, соответствующая номинальному напряжению, об/мин, не более		Максимальная частота вращения, об/мин	Масса, кг
				без нагрузки	с нагрузкой		
Г12	250	12,5	20	940	1850	7500	10,5
Г12В, К	225	12,5	18	1150	1850	5500	10,5
Г12Б, К	225	12,5	18	1150	1850	7500	10,5
Г108В, Г, Д	250	12,5	20	1250	2100	6200	7,5
Г108М	250	12,5	20	1250	2100	7500	7,5
Г108Б	250	12,5	20	1250	2100	8400	7,5
Г22	200	12,5	16	1650	2600	7500	7
Г130	350	12,5	28	1450	2550	5700	11
Г8	440	12,5	35	1600	2000	3500	14,8
Г106	250	25	10	1200	1750	3000	11
Г107	400	25	16	1800	2100	3500	14,8
Г80, Г180Г	125	12,5	10	1900	2500	3700	7
Г81Д, Г115	160	12,5	13	2200	2700	3700	8
Г214А1	190	12,5	15	1750	2600	4000	7,7
Г414	65	6,5	10	1450	2200	8600	3,5

Примечание. Все ГПТ, за исключением Г80, Г180Г, Г81Д, Г115, Г214А1, Г414, используются в автомобилях, Г80, Г180Г, Г81Д, Г115, Г214А1 — в тракторах, Г414 — в мотоциклах.

мая диодами выпрямителя обмотки возбуждения, что предотвращает возможность разряда аккумуляторной батареи на обмотку возбуждения при неработающем двигателе автомобиля. Выходной транзистор регулятора напряжения работает в ключевом режиме, изменяя ток в обмотке возбуждения так, чтобы напряжение генераторной установки оставалось практически неизменным при всех частотах вращения и нагрузках.

Вентильные автомобильные и мотоциклетные генераторы выполняются с не-

подвижным якорем и вращающимся индуктором с клювообразной магнитной системой и контактными кольцами для подвода тока к обмотке возбуждения. Вентильные тракторные генераторы выполняют индукторными с одноименными полюсами.

Большинство ВГ выполняются трехфазными, однако выпускаются тракторные ВГ мощностью 1—2 кВт в пятифазном исполнении. Схема выпрямления переменного тока — мостовая.

Технические данные основных типов выпрямительных блоков приведены в табл. 26.5, где указаны также типы генераторов, с которыми работает данный блок.

Габаритные и присоединительные размеры автомобильных ВГ устанавливает ГОСТ 13608-79, тракторных ВГ — ГОСТ 13054-80 (табл. 26.6).

Типовая конструкция автомобильного ВГ представлена на рис. 26.3. Генератор состоит из статора, ротора, крышек, выпрямительного блока, регулятора напряжения, шкива, вентилятора. Статор набирается из листов электротехнической стали толщиной 0,5—1 мм. На внутренней поверхности статора расположены пазы с размещенной в них трехфазной обмоткой. У автомобильных ВГ применяют 18, 36 и 72 паза. Обмотка выполняется как катушечной ($q = 0,5$), так и распределенной ($q = 1; 2$). Ротор состоит из вала, двух фланцев с клювами, втулки, об-

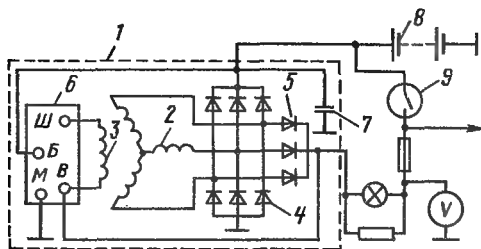


Рис. 26.2. Схема генераторной установки автомобиля ВАЗ-2108:

1 — генераторная установка; 2 — обмотка статора; 3 — обмотка возбуждения; 4 — силовой выпрямитель; 5 — выпрямитель обмотки возбуждения; 6 — регулятор напряжения (Б, В, М, Ш — выводы регулятора); 7 — конденсатор подавления радиопомех; 8 — аккумуляторная батарея; 9 — замок-выключатель

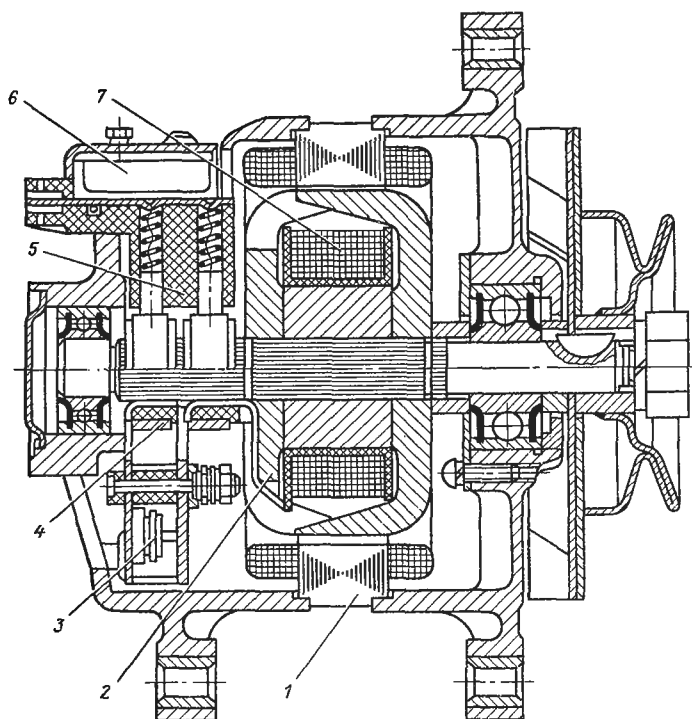


Рис. 26.3. Автомобильный
вентильный генератор
29.3701:

1 — статор; 2 — фланцы с
клювами; 3 — выпрямитель;
4 — контактные кольца; 5 —
щеткодержатель со щетками;
6 — регулятор напряжения;
7 — обмотка возбуждения

мотки возбуждения и контактных колец. Фланцы с клювами образуют магнитную систему индуктора с 6 парами полюсов. Встречаются конструкции, у которых втулка, разбедненная по длине на две части, изготовляется заодно с фланцами. Контактные кольца с пластмассовой арматурой напрессованы на вал. Крышки, отлитые из алюминиевого сплава, имеют вентиляционные отверстия. В крышках размещены шарикоподшипники с одноразовой смазкой. На зад-

ней крышке закреплены пластмассовый коробчатый щеткодержатель, выводные болты и выпрямительный блок, состоящий из кремниевых диодов и теплоотводов.

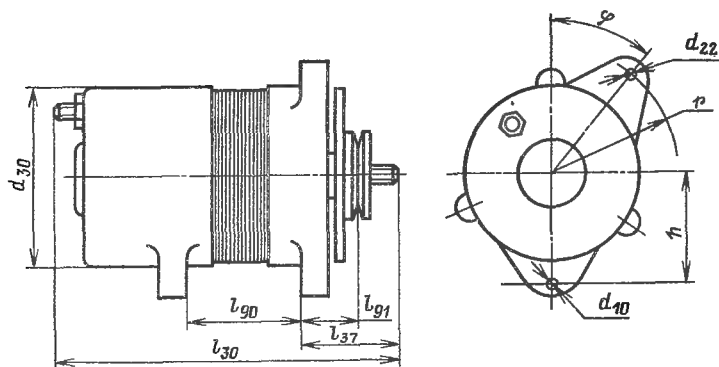
У генераторов, имеющих встроенный регулятор напряжения, он закреплен на щеткодержателе. Для автомобильных ВГ применяются обычно щетки марок М1А и ЭГ51А.

Технические данные основных типов автомобильных ВГ представлены в табл. 26.7.

Таблица 26.5. Технические данные выпрямительных блоков

Тип блока	Тип генератора	Напряже- ние, В	Максималь- ный выпрям- ленный ток, А	Максималь- ное обрат- ное напряже- ние, В	Обратный ток при обратном напряжении, мА	Число фаз	Число диодов
БПВ 6-50	Г221, Г222	14	50	150	3	3	6
БПВ 4-45	Г250, 17.3701	14/28	45	150	10	3	6
БПВ 8-100	Г286, Г289	14/28	100/50	150	10	3	12
БВГ 2А	Г502А, Г424	14	35	100	3	3	6
БПВ 30	Г306, 13.3701	14	30	100	5	3	6
БПВ 12-100	15.3701	14	100	150	5	5	13
БПВ 11-60	37.3701, 54.3701	14	60	150	5	3	9

Таблица 26.6. Габаритные и установочно-присоединительные размеры, мм, вентильных генераторов



Мощность генератора, кВт	d_{30}	l_{30}	d_{10}	d_{22}	h	r	l_{37max}	l_{91}	l_{90}
Автомобильные ВГ									
700	140	180	12,5	M8	85	85	65	45	60
500—1000	150	200	10,5	M8	88	88	70	44	70
1000—1600	170	230	10,2	M8	100	106	75	50	85
1600—2800	190	260	12,0	12	120	120	80	63	100
2800—4000	220	330	—	—	—	—	90	—	130
Тракторные ВГ									
До 700	118	—	10,5	M8	78	72	—	44	90
До 1000	140	—	10,5	M8	100	90	—	44	90
До 2000	200	—	—	—	—	—	—	—	—

Фланцевое крепление

Примечания: 1. Угол φ (см. рисунок) для автомобильных ВГ — 41° , для тракторных ВГ — 0° .
 2. Размер d_{30} указывается для автомобильных ВГ как максимальный диаметр задней крышки, для тракторных генераторов — как внешний диаметр статора.

Мотоциклетные ВГ (табл. 26.7) выпускаются двух типов: Г424 для тяжелых мотоциклов с объемом цилиндров 650—750 см³ и 28.3701 для средних мотоциклов 250—350 см³.

Мотоциклетные ВГ имеют магнитную систему, аналогичную автомобильным ВГ, но отличаются от них отсутствием протяжной вентиляции. Генератор Г424 имеет фланцевое крепление, выносной регулятор напряжения, встроенный выпрямительный блок, охлаждаемый собственным вентилятором, расположенным на валу генератора. Другие узлы генератора охлаждаются встречным потоком воздуха при движении мотоцикла.

У генератора 28.3701 ротор консольной конструкции закреплен на валу двигателя мотоцикла. Генератор работает в комплекте

с вынесенным блоком БПВ 14-10, совмещающим в себе трехфазный мостовой выпрямитель и тиристорный регулятор напряжения.

Вентильные тракторные генераторы (табл. 26.7) изготавливаются по ГОСТ 13054-80 в бесконтактном исполнении со степенью защиты IP3X или IP1X. Они представляют собой одноименнополюсную индукторную электромашину с аксиальным магнитным потоком. На рис. 26.4 представлена конструкция тракторного ВГ типа 13.3701.

Конструкция статора в принципе не отличается от конструкции автомобильного ВГ, с той лишь разницей, что в статоре тракторного ВГ применяются только открытые пазы. Ротор выполнен в виде шестилучевой звездочки. Пакет звездочки набран из стальных пластин толщиной 0,5—1 мм.

Таблица 26.7. Технические данные вентиляционных генераторов

Тип генератора	Применение	Тип регулятора напряжения	Максимальная мощность, Вт	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Частота вращения, соответствующая номинальному току, об/мин	Контрольные точки ТСХ				Максимальная частота вращения, об/мин	Масса, кг
							Частота вращения без нагрузки при заданном напряжении, об/мин, не более	Частота вращения при заданных токе нагрузки и напряжении, об/мин, не более	Заданное напряжение, В	Заданный ток, А		
Автомобильные ВГ												
Г502А	«Запорожец»	РР310Б	360	12,5	30	5000	1300	2600	12,5	20	7500	3,2
Г250А, Б, В, Г, Д, Е, Н, Ж, И	«Москвич», «Волга» ГАЗ-54, ЗИЛ-130	РР350	500	12,5	40	5000	950	2100	12,5	28	8000—10 000	5,2
Г221	ВАЗ-2101, -2102, 2111	РР380	600	14	47	5000	1150	2500	14	30	13 600	4,2
Г222	ВАЗ-2104, -2105, -2107	Я112В	700	14	50	5000	1250	2400	13	35	13 600	4,3
37.3701	ВАЗ-2108	17.3702	770	14	55	5000	1100	2000	13	35	13 600	4,4
16.3701	«Волга» ГАЗ-3102	13.3702	900	14	65	5000	1150	2550	14	45	9600	6
29.3701	«Москвич-2140»	Я112А	700	14	50	5000	1250	2250	13	32	9600	5
Г266А, Б, В, Г	Автобусы ПАЗ-672, КАВЗ-685 и др.	Я112А	840	14	60	5000	1250	2750	13	40	6400	5,6
Г286А, В	Автобусы ЛАЗ-695, ЛиАЗ-677 и др.	Я112А	1100	14	80	5000	650	1250	13	50	6400	14
Г273А, Б	МАЗ-500А, КамАЗ-5320 и др.	Я120	780	28	28	5000	800	2200	28	20	8000	5,4
Г289	Автобус ЛАЗ-4202	Я120	2200	28	80	5000	1250	2400	26	60	6400	15
Г263	БелАЗ-540А и др.	РР363	4200	28	150	5000	1500	3000	28	100	6400	21,5
32.3701	ЗИЛ-130М	РР350А	840	14	60	5000	1050	2200	14	40	8000	5
17.3701	ЗИЛ-130К	Я112А	560	14	40	5000	1050	2200	12,5	24	8000	5,2
Тракторные ВГ												
Г306Б, В, Г, Д, Ж, И, К 13.3701	Тракторы класса 0,6—2 тс	РР362Б	450	14	28	3600	1500	2800	14	23,5	4700	5,3
	Тракторы класса 0,6—2 тс	Я112Б	450	14	28	3600	1500	2800	14	23,5	4700	5,5

Тип генератора	Применение	Тип регулятора напряжения	Максимальная мощность, Вт	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Частота вращения, соответствующая номинальному току, об/мин	Контрольные точки ТСХ				Максимальная частота вращения, об/мин	Масса, кг
							Частота вращения без нагрузки при заданном напряжении, об/мин, не более	Частота вращения при заданном токе нагрузки и напряжении, об/мин, не более	Заданное напряжение, В	Заданный ток, А		
46.3701	Тракторы класса 0,6—2 тс	Я112Б	780	14	50	5000	1400	3000	12,5	36	6000	5,4
Г287Д, Е	Тракторы К700, К701	РР385Б	1200	14	85	5000	1050	2300	14	60	8000	10
15.3701	Тракторы Т150К, ТТ4, комбайны	Я112Б	1260	14	72	4500	1300	3000	14	60	6000	10
12.3701	Трактор Т130	РР356Б	1260	28	36	4500	1250	3000	28	30	6000	10,5
11.3701	Трактор Т330	РР356Б	2700	28	72	3000	1500	2500	28	72	4000	25
Мотоциклетные ВГ												
Г424	Тяжелые мотоциклы	РР330	200	14	10,7	2400	1400	2400	14	10,7	9000	3,7
28.3701	Средние мотоциклы	БПВ14-10	112	14	8	1950	1300	1950	14	8	7000	2,3

Примечание. Все регуляторы напряжения, за исключением регуляторов типа РР, располагаются в генераторе.

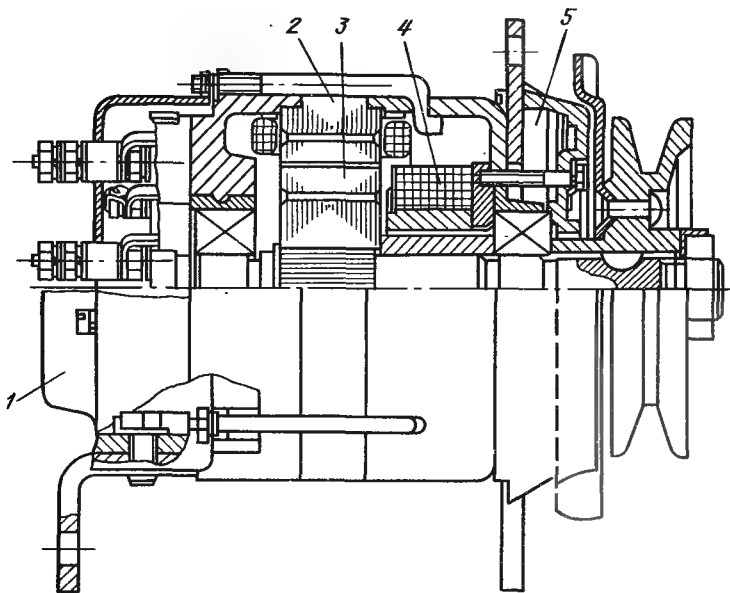


Рис. 26.4. Тракторный вентильный генератор: 1 — блок регулятора; 2 — статор; 3 — ротор; 4 — обмотка возбуждения; 5 — выпрямительный блок

В передней крышке, изготовленной из магнитомягкого материала (сталь 08Ю), размещен индуктор, состоящий из стальных фланца и втулки, на которую надет каркас обмотки возбуждения. Задняя крышка из алюминиевого сплава несет на себе блок БПВ 13-3, содержащий регулятор напряжения и выпрямитель обмотки возбуждения. Силовой выпрямитель БПВ 30 расположен на передней крышке.

В вентильных генераторах, работающих с вынесенным регулятором напряжения (Г306), блок БПВ 13-3 отсутствует.

Генераторы мощностью 1 кВт и более — 15.3701, 12.3701, 11.3701 — имеют магнитную систему, аналогичную генератору 13.3701. Пятифазное исполнение ВГ позволяет снизить уровень пульсации выпрямленного напряжения и применить в выпрямительных блоках всех типов тракторных ВГ мощностью от 400 до 2000 Вт унифицированный выпрямительный элемент — диод Д104.

Выпрямительный блок тракторного ВГ мощностью 1 кВт и более закреплен на задней крышке и охлаждается собственным центробежным вентилятором, установленным на валу генератора.

Генератор 46.3701 (аналогичный ему по конструкции генератор 54.3701 работает в комплекте с вынесенным регулятором напряжения РР362Б1) отличается от других типов тракторных ВГ наличием внутренней осевой вентиляции по типу автомобильного ВГ, а также смешанным магнитоэлектро-магнитным возбуждением.

Шесть изотропных магнитов из феррита бария, залитых алюминиевым сплавом в когтеобразную конструкцию, фланец которой при сборке ротора закрепляется на валу генератора, располагаются между зубцами ротора.

Выпрямительный блок, так же как у автомобильного ВГ, закреплен во внутренней полости генератора, а регулятор напряжения — на его задней крышке.

Пластмассовая крышка с отверстиями защищает узел регулятора напряжения от повреждений и препятствует проникновению во внутреннюю полость генератора крупных частиц пыли и грязи.

Технические данные тракторных ВГ приведены в табл. 26.7.

26.2.5. Генераторы переменного тока

Генераторы переменного тока (ГПРТ) применяются в тех случаях, когда двигатели внутреннего сгорания не оборудованы стартерным пуском: на легких мотоциклах, мопедах, велосипедах. Ранее ГПРТ широко применялись на тракторах, сейчас же поставляются для тракторов только как запчасти.

Все ГПРТ являются однофазными синхронными электромашинами, возбуждаемыми постоянными магнитами. Регулирование напряжения ГПРТ осуществляется или параметрически с разделением цепей питания нагрузок, или стабилизаторами напряжения. Генераторы переменного тока рабо-

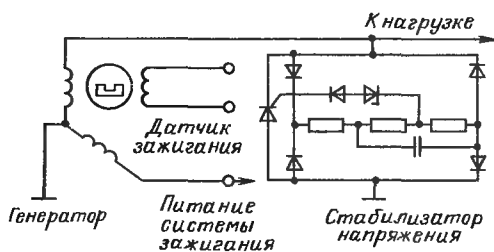


Рис. 26.5. Схема мотоциклетной генераторной установки со стабилизатором напряжения

тают в основном на лампы накаливания, т. е. на активную нагрузку.

При параллельном подключении нескольких потребителей к обмотке якоря включение любой нагрузки приводит к увеличению общего сопротивления и напряжения на других потребителях. Чтобы исключить это влияние, производят разделение пепей питания: каждую нагрузку (лампу) включают на свою катушку или группу катушек обмотки якоря. Каждая катушка или группа катушек проектируется на мощность присоединенной к ней нагрузки. Однако стабильность напряжения генераторов с параметри-

ческим регулированием невысока, поэтому все более широкое применение находят ГПРТ со стабилизаторами напряжения.

Стабилизатор напряжения представляет собой электронное тиристорное устройство, закорачивающее обмотку статора в один из полупериодов переменного тока на время, обеспечивающее стабильность действующего значения напряжения на нагрузке.

На рис. 26.5 представлена схема генераторной установки 26.3701 со стабилизатором напряжения.

К особенностям ГПРТ, применяемых для мотоциклов и мопедов, относится агрегатирование их с элементами системы зажигания. На крышке генератора закрепляют обмотку датчика зажигания с магнитопроводом, а ротор датчика с постоянным магнитом конструктивно сочленяют с ротором генератора. На зубцах статора, катушки которых питают цепь зажигания, располагают магнитные шунты для оптимизации характеристик системы зажигания.

Если генератор агрегатирует с датчиком зажигания, то в технической документации на генератор оговаривают выходные характеристики по цепи датчика — амплитуду напряжения холостого хода при заданной

Таблица 26.8. Технические данные генераторов переменного тока

Тип генератора	Применение	Номинальная мощность, Вт	Номинальное напряжение, В	Выходные параметры по цепи освещения					Диапазон частоты вращения по беспереходному зажиганию, об/мин	Масса, кг
				Минимальная частота вращения, об/мин	Напряжение при минимальной частоте вращения, В	Максимальная частота вращения, об/мин	Напряжение при максимальной частоте вращения, В	Сопротивление нагрузки, Ом		
Г401	Легкие мотоциклы	45	6	2000	5,4	5000	8	1,4	450—5500	2,3
Г411	То же	50	6	2000	5,4	5000	8	1,4	350—6000	2,5
Г420*	Мопеды 50 см ³	18	6	3600	5,4	6500	8	2,3	600—6500	1,3
Г421**	Легкие мотоциклы	60	6	2000	5,5	5000	7,5	1,5	350—6000	2,35
Г427**	То же	60	7	2000	5,5	5000	7,5	1,5	400—7500	2,7
24.3701	Спортивные мотоциклы	45	7	3000	5,4	8000	8	1,55	350—12000	2
26.3701	Мопеды	45	7	4200	7	—	—	1,1	450—7000	2
43.3701	Легкие мотоциклы	65	14	2500	14	—	—	3	400—7500	2,7
53.3701	Велосипеды	3	7	2400	5	3600	7,6	14	—	0,29

* Генератор имеет кроме цепей зажигания и освещения цепь сигнализатора торможения.

** То же и цепь указателя поворота.

Примечание. В генераторах 26.3701 и 43.3701 регулирование напряжения осуществляется стабилизаторами напряжения, в остальных — параметрически.

частоте вращения (обычно минимальную частоту вращения по диапазону бесперебойного зажигания) и амплитуду тока короткого замыкания.

Все ГПРТ для мотоциклов и мопедов имеют консольную конструкцию ротора, который крепится на вал двигателя. Генератор Г420 выполнен маховичного типа — его ротор охватывает статор с внешней стороны. Магниты ротора из материала ЮН14ДК24 вставлены в магнитопровод и объединены с ним в монолитную конструкцию заливкой алюминиевым сплавом.

Остальные типы ГПРТ для мотоциклов и мопедов имеют статор, внешний по отношению к ротору.

Конструкция статора аналогична конструкциям статоров тракторных и автомобильных ВГ, она отличается лишь тем, что катушки однофазной обмотки для каждой выходной цепи могут иметь различные обмоточные данные, а зубцы статора, несущие на себе обмотку, питающую цепь зажигания, иногда отличаются по конфигурации от других зубцов статора.

Ротор представляет собой звездочку магнита ЮНД-4. На лучах звездочки закреплены специальными заклепками и заливкой алюминиевым сплавом полюсные башмаки.

У генераторов 53.3701 восьмиполусный цилиндрический ротор выполнен из изотропного оксидно-бариевого магнита 6БИ240 намагниченного. Ротор насажен на вал консольно и помещен внутрь статора, состоящего из двух клювообразных частей, между которыми зажата кольцевая обмотка. Клювы статора обращены к ротору, а по наружной поверхности закреплены в корпусе.

Технические данные генераторов переменного тока приведены в табл. 26.8.

26.3. Стартеры

Двигатели внутреннего сгорания, устанавливаемые на автомобилях, автобусах, тракторах, мотоциклах, не имеют пускового момента. Для начала самостоятельной работы такого двигателя необходимо сообщить ему определенную начальную или пусковую частоту вращения, т. е. запустить двигатель. Пусковая частота вращения зависит от типа двигателя: 40—70 об/мин — для карбюраторных двигателей и 100—200 об/мин — для дизельных. В качестве пусковых устройств используются преимущественно электрические стартеры прямого действия.

Электрический стартер представляет собой устройство, состоящее из двигателя постоянного тока, механизма сцепления — рас-

цепления, редуктора и аппаратуры управления. Механизм сцепления — расцепления и редуктор обычно называют приводом стартера.

В качестве источника энергии для питания стартера используются аккумуляторные батареи специального исполнения — так называемые стартерные аккумуляторные батареи (ГОСТ 959.0-84).

26.3.1. Особенности условий работы стартеров

Условия работы стартеров отличаются во многом от условий работы электрических машин общего назначения и от условий работы других АТЭМ.

В соответствии с государственными и отраслевыми стандартами на автотракторные двигатели и их системы пуска (ГОСТ 18509-80, ОСТ 37.001.052-75) стартер должен обеспечивать надежный пуск двигателя, т. е. запускать двигатель при использовании штатных аккумуляторных батарей, заряженных на 75 %, не более чем за три попытки пуска продолжительностью 10—15 с каждая с интервалом между попытками 1 мин. Поэтому стартерные двигатели являются машинами кратковременного режима работы с длительностью (по ГОСТ 9944-77) 10 с для нормальных условий пуска и 15—20 с для пуска при пониженных температурах. Кратковременный цикл работы стартеров позволяет выполнить их высокоиспользуемыми — плотность тока в их обмотках достигает $(19 \div 30) \cdot 10^6$ А/м², под щетками — $(80 \div 120) \cdot 10^4$ А/м², линейная нагрузка — $(2 \div 5) \cdot 10^4$ А/м при мощности стартерного двигателя 0,7—9 кВт.

Условия высокого использования делают необходимым выбор рабочей точки вблизи максимальной мощности.

Стартерный двигатель работает с конкретным источником питания, причем соизмеримой с ним мощности и ограниченного запаса энергии. Это означает, что напряжение на выводах двигателя при разных нагрузках и разных состояниях источника различно.

Внутреннее сопротивление батареи обычно близко к сопротивлению стартера. Максимальная мощность в значительной степени зависит от внутреннего сопротивления батареи, а последнее зависит от номинальной емкости, температуры электролита и степени заряженности батареи. Поэтому согласно ГОСТ 9944-77 за номинальную (каталожную) мощность стартера принимают максимальную полезную мощность в кратковременном

режиме работы при питании от батареи, заданной ТУ на стартер емкости, при ее 100%-ной степени заряженности, при температуре электролита +25 °С, на первой попытке пуска без учета падения напряжения на участке сети от батареи до зажимов стартера.

Согласно техническим требованиям стартер должен обеспечивать запуск и при отрицательных температурах, и при неполной заряженности аккумулятора. Для оценки свойств стартера в более тяжелых условиях пуска вводят понятие пусковой мощности. Согласно ГОСТ 9944-77 за пусковую мощность принимают максимальную полезную мощность стартера в кратковременном режиме работы при питании от батареи, заданной ТУ емкости, при ее 75%-ной степени заряженности, температуре электролита -15 °С, в конце третьей попытки запуска* с учетом падения напряжения в сети (0,2 В на 100 А). Соотношение между пусковой и номинальной мощностями зависит от соотношения между емкостью батареи и мощностью стартера. В среднем можно принять, что типовая мощность на 30—40% меньше номинальной.

Стартеры работают на вполне конкретную нагрузку с заданной механической характеристикой. Чтобы максимально использовать двигатель стартера, т. е. обеспечить его работу вблизи точки максимальной мощности, механические характеристики стартерного двигателя и нагрузки согласуют путем выбора передаточного отношения редуктора.

26.3.2. Особенности конструкции стартеров

В качестве двигателей стартеров используют коллекторные двигатели постоянного тока, в основном последовательного возбуждения. В быстроходных стартерах применяют двигатели смешанного возбуждения с шунтовой обмоткой для ограничения частоты вращения при холостом ходе. Все стартерные двигатели (рис. 26.6) выполняют четырехполюсными, с простой волновой обмоткой якоря. Число пазов якоря $Z = 24 \div 31$. Пазы обычно открытые или полужакрытые. При наличии шунтовой обмотки последнюю располагают или на одном полюсе (создавая небольшую несимметрию магнитного потока), или на двух полюсах одной полярности. Коллектор обычно выполняют с креплением пластин на пластмассе. Применение

* Степень заряженности батареи, температура электролита, число попыток запуска указывают на определенную внешнюю характеристику батареи.

торцевого коллектора (стартер 35.3708 и др.) позволяет значительно уменьшить осевые габаритные размеры стартера.

Корпус стартера выполняют из конструкционной магнитной стали (обычно свернутой из листа — сварной). Диаметры корпусов стандартизованы по ГОСТ 9944-77 и соответствуют ряду: 70, 80, 90, 100, 105, 115, 130, 150, 180 мм. Предельные отклонения диаметров должны быть не более $\pm 3\%$ номинального. Штампованные сплошные полюсы крепят к корпусу винтами и контрты в шпиль. Передняя (со стороны привода) крышка стартера выполняется из алюминиевого сплава или из чугуна, а у стартеров большой мощности — из стали, заднюю (со стороны коллектора) крышку обычно изготавливают из цинкового сплава. Для защиты якоря стартера от разрушения большими центробежными силами после запуска двигателя внутреннего сгорания в приводе стартера имеется муфта свободного хода. Муфта свободного хода в стартерах небольшой мощности — роликового типа. В стартерах большой мощности — дизельных — роликовая муфта свободного хода не обеспечивает надежной передачи момента и расцепления. В этом случае используют различного типа храповые муфты.

Согласующий редуктор состоит из шестерни на валу стартера и шестерни на венце маховика двигателя внутреннего сгорания. При этом передаточное отношение одной пары составляет 13—18. Для лучшего согласования обычно требуется большее передаточное отношение, но оно конструктивно с одной парой шестерен не реализуемо. Число зубьев шестерни стартера — обычно 8—13.

Реле стартера (рис. 26.7) выполняет две функции — вводит шестерню стартера в зацепление с шестерней маховика в начале пуска и подключает после этого двигатель стартера к аккумуляторной батарее. У реле — большой ход (10—12 мм) и большое усилие (200—300 Н). Реле обычно имеет две обмотки: включающую В и удерживающую У. Наличие включающей обмотки, работающей только в момент включения и шунтируемой контактами реле стартера, позволяет значительно снизить размеры и массу реле за счет выбора большой плотности тока во включающей обмотке. При отключении реле под действием возвратной пружины происходит рассоединение шестерен стартера и маховика.

Стартеры закрепляются на двигателе внутреннего сгорания с помощью фланца или на постели. Крепление на постели допускается для стартеров большой мощ-

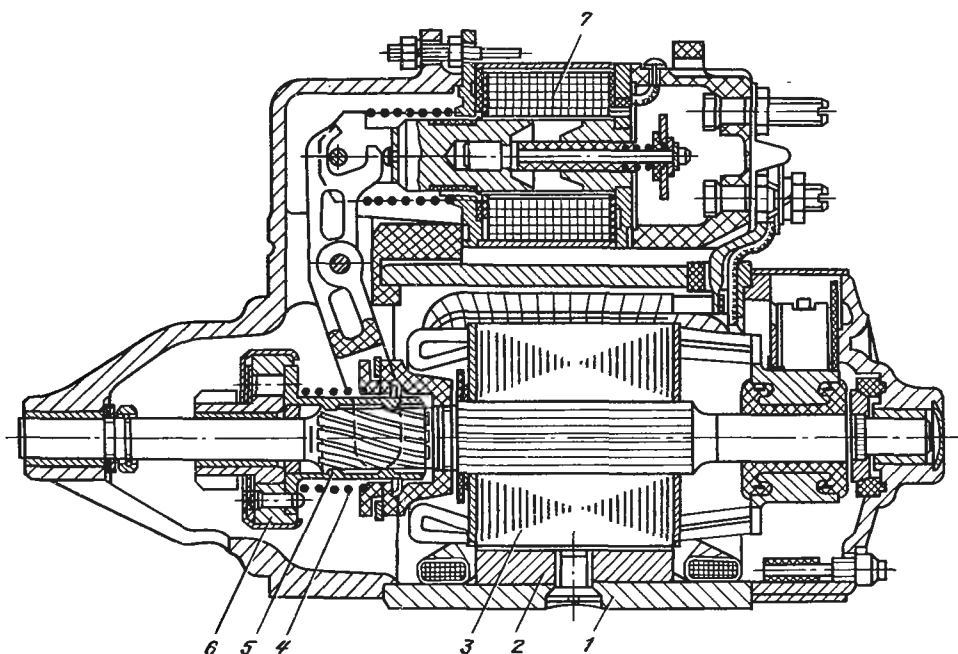
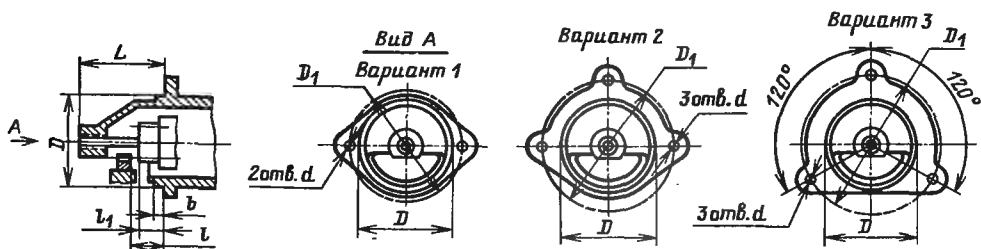


Рис. 26.6. Стартер:

1 — корпус; 2 — полюс; 3 — якорь; 4 — возвратная пружина; 5 — шлицевая втулка; 6 — муфта свободного хода; 7 — тяговое реле

Таблица 26.9. Присоединительные размеры, мм, стартеров с фланцевым креплением



Исполнение	Вариант фланца	Номинальная мощность, кВт	Номинальный диаметр корпуса, мм	D, мм	D ₁ , мм	d	L	l	l ₁	b	Шестерня привода		
											Мо- дуль	Число зубьев	Угол исходного контура, угл. град
1	1	До 0,4	70	62	90	8,5	65	24	22	4	2,11	8	12
2		0,4—1,2	80; 90	76,2	105	10,5	75	30	28		2,5	8; 9	15 20
3	2	1—2,2	100; 115	82		12,5	90	38	35		2,11	9; 11	
4		1,3—1,5	105	82,5	114 125	M8 8,5	75 70	26 36	23,5 33,2		2,11		12

Продолжение табл. 26.9

Исполнение	Вариант фланца	Номинальная мощность, кВт	Номинальный диаметр корпуса, мм	D, мм	D ₁ , мм	d	L	l	l ₁	b	Шестерня привода		
											Мо-диль	Число зубьев	Угол исходного контура, угл. град
5	3	2—5	115; 130	92; 100	146	13	90	35	32	7	3	10; 11	20
6		4,5—8,5	130			17	130	50	47	9	3 3,75 4,25	10; 11 13	
7		7	150								3,75 4,25		

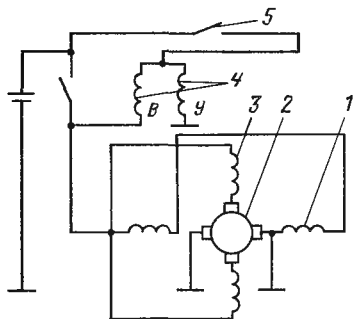


Рис. 26.7. Принципиальная схема включения стартера:

1 — катушки параллельной обмотки возбуждения; 2 — якорь стартера; 3 — катушка последовательной обмотки возбуждения; 4 — обмотки тягового реле; 5 — выключатель стартера

ности — более 4,4 кВт. Присоединительные размеры стартеров с фланцевым креплением согласно ГОСТ 9944-77 приведены в табл. 26.9.

26.3.3. Технические данные стартеров

Характеристики двигателей стартеров в основном подобны характеристикам любых двигателей последовательного возбуждения, но отличаются большей мягкостью механической характеристики из-за относительно большого внутреннего сопротивления аккумуляторной батареи и меньшей кратностью пусковых моментов, лежащей обычно в пределах 2—2,8.

Рабочая точка (в установившемся режиме) обычно смещена от точки максимальной мощности вследствие неполного согласования характеристик из-за меньшего, чем следовало бы, передаточного отношения редуктора.

Номинальное напряжение стартерных двигателей, как правило, равно номинальному напряжению системы электрооборудования. Но на ряде автомобилей большой грузоподъемности и тракторов с дизельными двигателями и стартерами большой мощности при напряжении системы электрооборудования 12 В стартеры выполняются на напряжение 24 В, чем достигается уменьшение габаритных размеров стартера, так как при той же мощности снижаются потребляемый стартером ток, размеры и потеря коллектора стартера. В этом случае при пуске аккумуляторы переключаются на последовательное соединение или устанавливается еще один аккумулятор на 12 В, включенный последовательно с основным и работающий только во время запуска.

Технические данные наиболее распространенных стартеров приведены в табл. 26.10.

26.3.4. Особенности испытаний стартеров

Испытания по определению рабочих характеристик производят на динамометрическом стенде при питании стартера от источника постоянного тока. Напряжение U на выводах стартерного двигателя определяется по ГОСТ 9944-77:

$$U = U_{\text{ном}} \left(1 - a \frac{I_{\text{ст}}}{C_{20}} \right),$$

где $U_{\text{ном}}$ — номинальное напряжение батареи, В; $I_{\text{ст}}$ — ток стартера; C_{20} — номинальная емкость батареи, А·ч, в 20-часовом режиме разряда по ГОСТ 959.0-84; a — коэффициент, ч, определяющий внутреннее сопротивление батареи, зависящее от условий разряда и конструктивных особенностей батарей, принимаемый в соответствии с данными табл. 26.11.

Таблица 26.10. Технические данные стартеров

Тип стартера	Применение	Внешний диаметр корпуса, мм	Номинальное напряжение, В	Емкость аккумулятораной батареи, А·ч	Номинальная мощность, кВт	Частота вращения, соответствующая номинальной мощности, об/мин	Пусковая мощность, кВт, не менее	Холостой ход		Режим полного горможения			Масса, кг
								Ток, А, не более	Частота вращения, об/мин, не менее	Ток, А, не более	Момент, Н·м, не менее	Напряжение, В, не более	
СТ362	Пусковые двигатели П-350, П-10УД	80	12	50	0,67	2400	0,37	65	5000	250	4,9	9	4,25
СТ368	«Запорожец» ЗАЗ-968А	90	12	55	0,87	1980	0,61	70	5000	260	6,6	7	5,2
СТ117А	«Москвич»	100	12	55	1,32	2000	0,8	85	5000	550	16	7,5	8
23.3708	«Москвич-2140»	100	12	55	1,5	1600	0,83	85	—	600	15,7	—	7
СТ221	«Жигули» ВАЗ-2101 и др.	100	12	55	1,3	1750	—	35	5000	500	13,72	6,5	8,5
35.3708	«Жигули» ВАЗ-2101 и др.	100	12	55	1,3	1750	—	60	5800	500	13,72	7	7,5
29.3708	«Жигули» ВАЗ-2108	100	12	55	1,3	1750	—	60	5000	500	13,72	7	6
СТ230А, Б, В	ГАЗ-53А и др.	115	12	75	1,5	1200	0,85	85	4000	530	22	7	11,5
СТ130А3	ЗИЛ-130	115	12	90	1,8	1400	1,03	90	3400	700	22	8	10,5
СТ222	Трактор Т25А	115	12	150	2,2	1200	1,4	120	5000	950	39,2	9	14,5
СТ-142Б	КАМАЗ	130	24	190	7,7	1500	4,8	130	—	800	49	8	27
24.3708	Трактор МТЗ-80	130	12	215	4	1300	2,3	150	5000	1700	68,6	8,5	18
25.3708	МАЗ, КраЗ	150	24	182	8	1800	4	110	5000	825	58,8	7	31,5
СТ230Б1, Б2, Б3	ГАЗ-21, ГАЗ-24, ГАЗ-3102	115	12	75	1,5	1200	0,85	85	4000	550	22	7	10

Таблица 26.11

Емкость батареи C_{20} , А · ч	Значение коэффициента a		
	при опре- делении номиналь- ных ха- ракте- ристик	при определении пусковых характеристик	
		$U_{ном} =$ $= 12$ В	$U_{ном} =$ $= 24$ В
До 100	0,05	0,112	0,108
Более 100	0,057	0,129	0,121
55 (6СТ-55ЭМ)	0,038	0,081	0,077
190 (6СТ-190ТР)	0,046	0,125	0,108

Напряжение U измеряют на выводах двигателя при снятии характеристик номинального режима и на выводах стартера (на клемме реле стартера) при снятии характеристик пускового режима.

Значения величин, определяющих режим работы стартера, измеряют в течение времени, достаточного для отсчета всех параметров, в интервале 5–10 с.

Если используются автоматизированные системы определения характеристик, измерения производят в течение времени, достаточного для регистрации результатов измерений. При измерениях необходимо пользоваться приборами класса точности: не ниже 0,5 — для измерения напряжения; 1 — для измерения тока; 2 — для измерения частоты вращения.

Номинальную и пусковую мощности определяют как наибольшие значения по соответствующим зависимостям мощности от тока стартера.

Характеристики для определения номинальной и пусковой мощностей строят не менее чем по трем точкам, причем перед каждым экспериментом по определению точек характеристики стартер охлаждают до температуры окружающей среды. Обычно точность определения номинальной и пусковой мощностей лежит в пределах $\pm 10\%$. Стартеры проверяют также в режиме холостого хода подключением их на напряжение, задаваемое ТУ на данный стартер. При этом частота вращения должна быть не менее, а потребляемый ток — не более значений, приведенных в табл. 26.10. Измерения выполняют за время, не превышающее 30 с.

Проверка в режиме полного торможения заключается в определении тока стартера и развиваемого стартером момента. Вал стартера затормаживают через шестерню устройством, связанным с динамометрическим измерителем.

Испытания стартеров на гарантийную наработку и на ресурс (ГОСТ 9944-77) могут производиться на стендах, на двигателе внутреннего сгорания в условиях эксплуатации. Испытательные стенды снабжают зубчатым венцом и тормозным устройством для задания момента. При испытаниях на стенде производят искусственное охлаждение стартера. Если температура корпуса превышает 50°C , делается перерыв. Программа стендовых испытаний на гарантийную наработку и ресурс состоит в том, что на каждые 100 км нормируемого пробега двигателя производят на стенде 10–30 (в зависимости от условия эксплуатации автомобиля) включений стартера в режиме, эквивалентном тепловому пуску. Для тракторов с непосредственным пуском устанавливается норма: 20 включений на 10 ч нормируемой наработки. Дополнительно при стендовых испытаниях на гарантийную наработку проводится 200 включений, эквивалентных холодному пуску на каждый год гарантийного срока и 2000 включений по той же методике при испытаниях на ресурс.

При испытаниях вольт-амперная характеристика источника питания должна соответствовать полностью заряженной аккумуляторной батарее при температуре электролита $+25^\circ\text{C}$ в режиме, эквивалентном тепловому пуску, и -15°C — при холодном пуске.

В режиме, эквивалентном тепловому пуску, стартер нагружают током, равным половине значения тока при номинальной мощности, в течение 1,5 с; при холодном пуске ток стартера устанавливают равным значению тока при пусковой мощности. Продолжительность одного включения для карбюраторных двигателей 10 с, для дизелей 15–20 с.

26.4. Электродвигатели постоянного тока

26.4.1. Назначение и общие технические требования

Двигатели предназначены для привода вспомогательных агрегатов автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин и других транспортных средств. Основные требования к двигателям мощностью до 370 Вт сформулированы ГОСТ 9443-73 (ГОСТ не распространяется на моторедукторы и двигатели насосов струйной фароочистки).

Основными устройствами автомобилей и тракторов, использующими приводные двигатели, являются отопители, вентиляторы, предпусковые подогреватели, омыватели, мо-

тор-вентиляторы, стекло- и фароочистители, механизмы подъема стекол, антенн, топливные насосы и т. п.

К каждому типу двигателей предъявляются специфические требования. Так, двигатели отопителей и вентиляторов имеют продолжительный режим работы и небольшой пусковой момент. Двигатели подъема стекла обладают большим пусковым моментом, но работают кратковременно, двигатели стеклоочистителей преодолевают переменные нагрузки при различных режимах работы и, следовательно, должны обладать жесткой характеристикой. Двигатели предпусковых подогревателей работают в основном при отрицательных температурах окружающей среды и т. п.

Все автотракторные двигатели являются машинами постоянного тока. Их номинальные мощности соответствуют ряду 6, 10, 16, 25, 40, 60, 90, 120, 150, 180, 250, 370 Вт, а номинальные частоты вращения — ряду 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 9000, 10 000 об/мин. Отклонение от этих значений при номинальных напряжении, моменте и нормальных значениях климатических факторов не должно превышать $\pm 10\%$.

По способу возбуждения двигатели делят на двигатели с электромагнитным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов.

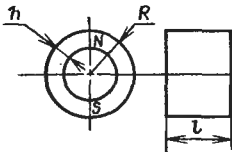
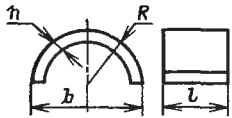
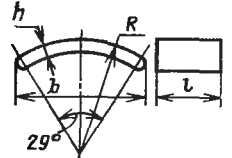
Более широко в качестве АТЭМ распространены двигатели с возбуждением от постоянных магнитов. Конструктивные данные применяющихся в АТЭМ постоянных магнитов приведены в табл. 26.12.

26.4.2. Особенности конструкции двигателей

Конструкции двигателей, применяемых в автотракторном электрооборудовании, чрезвычайно разнообразны. Общим является применение на всех двигателях мощностью до 100 Вт включительно подшипников скольжения с металлокерамическими вкладышами, коробчатых щеткодержателей и коллекторов, штампованных из медной ленты с опрессовкой пластмассой и профрезеровкой для получения отдельных коллекторных делений. Исключение составляет двигатель МЭ272, коллектор которого изготовлен из трубы, имеющей на внутренней поверхности продольные пазы.

Одна или обе крышки двигателя или корпус изготавливаются, как правило, цельнотянутыми из листовой стали в виде стакана гладкой или ступенчатой формы. Крышки со стороны привода моторедукторов имеют специфическую форму, так как в них расположен редуктор. Корпус и крышки двигателей МЭ268, МЭ268Б изготовлены из пластмассы. Статор двигателя с электромагнит-

Таблица 26.12. Конструктивные данные оксидно-бариевых постоянных магнитов, используемых в двигателях

Эскиз магнита	Тип магнита	База	Размеры магнита, мм			
			R	h	l	b
	6БИ240	1	14,7	4,3	15	—
	6БИ240	2	24,5	5	30	—
	24БА210	3	29	7,7	15	51,6
	24БА210	4	29	7,7	31	51,6
	18БА220	5	35,5	7,7	30	64
	14БА255	6	54	7	31,2	28,5

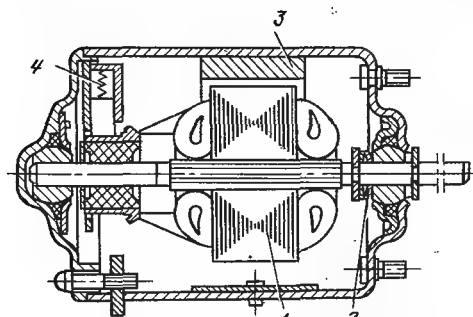


Рис. 26.8. Электродвигатель отопителя:

1 — якорь; 2 — подщипники; 3 — магнит системы возбуждения; 4 — щеточный узел

ным возбуждением набирают из листов, причем два полюса и ярмо штампуют заодно из листовой стали толщиной 1,5 мм.

У двигателя с возбуждением от постоянных магнитов магниты баз 1 и 2 устанавливаются в магнитопровод, залитый в пластмассовый корпус; магниты баз 3—5 прикрепляют к корпусу плоскими стальными пружинами или приклеивают. Магнит базы 6, который применяется только в двигателе МЭ272, устанавливают и приклеивают в магнитопровод, который в свою очередь размещен в крышке двигателя. Два рядом расположенных в магнитопроводе магнита образуют полюс одной полярности. Таким образом, восемь магнитов двигателя МЭ272 составляют четырехполюсную систему возбуждения.

Якорь набирают из листов электротехнической стали толщиной 1—1,5 мм. Пакет

якоря по внешнему диаметру не обрабатывают. Балансировку якорей осуществляют наложением специальной затвердевающей пасты на лобовые части обмоток. На приводном конце вала двигателей моторедукторов нарезан червяк редуктора. Типичная конструкция двигателя отопителя изображена на рис. 26.8.

Конструкция двигателя мощностью более 100 Вт близка к конструкции генераторов постоянного тока.

26.4.3. Технические данные двигателей

В двухскоростных двигателях с электромагнитным возбуждением переход от одной частоты вращения к другой осуществляется изменением числа катушек обмотки возбуждения, включенных в цепь питания.

В двигателях с постоянными магнитами вторая скорость обеспечивается применением дополнительной щетки, установленной между двумя основными щетками. При подаче напряжения на основную (минусовую) и дополнительную щетки частота вращения двигателя увеличивается. У некоторых двигателей изменение частоты вращения достигается введением резистора в цепь питания якоря.

Технические данные основных типов автомобильных двигателей даны в табл. 26.13—26.15.

26.4.4. Особенности испытаний двигателей

Несмотря на широкий диапазон применения методы испытаний двигателей весьма стабильны и заключаются в основном в про-

Таблица 26.13. Двигатели с возбуждением от постоянных магнитов

Тип двигателя	База магнита по табл. 26.12	Назначение	Напряжение, В	Полезная мощность, Вт	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
МЭ268	1	Привод омывателей	12	10	9000	0,12
МЭ268Б	1	То же	24	10	9000	0,12
МЭ11	3	Привод отопителей	12	5	2500	0,5
МЭ201	3	То же	12	11	5500	0,5
МЭ208	3	» »	24	11	5500	0,5
МЭ237	4	» »	24	25	3000	0,9
МЭ236	4	» »	12	25	3000	0,9
МЭ255	4	» »	12	20	3000	0,8
19.3730	5	» »	12	40	2500	1,3
МЭ250	5	» »	24	40	3000	1,3
МЭ237Б	4	Привод стеклоочистителей	12	12	2100	0,9
МЭ237Е	4	То же	24	12	2100	0,9
МЭ237В	4	» »	12	15	1500	0,9
МЭ215	4	Привод антенны	12	30	2000	1,4
МЭ272	6	То же системы охлаждения ДВС	12	100	2600	2,25

Таблица 26.14. Двигатели с электромагнитным возбуждением

Тип двигателя	Назначение	Напряжение, В	Полезная мощность, Вт	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
МЭ201	Привод отопителей	12	11	5500	0,5
МЭ208	То же	24	11	5500	0,5
МЭ14А	Привод стеклоочистителей	12	15	1500	1,3
МЭ221В*	То же	12	5	34/48	2,2
МЭ202	Предпусковой подогреватель	12	11	4500	0,5
МЭ202Б	То же	24	11	4500	0,5
МЭ252	» »	24	180	6500	4,7
МЭ256	» »	24	220	6500	5,2
МЭ217Б	Подъем стекла	12	50	1900	1,3
МЭ215	Привод антенны	12	30	2000	1,4

* Параметры указаны на выходном валу моторедуктора.

верке частоты вращения и потребляемого тока в номинальном режиме и на холостом ходу.

Частоту вращения при испытаниях измеряют стробоскопом, ток и напряжение — приборами класса не ниже I.

Для нагрузки двигателей пригодно любое тормозное устройство без передачи тепла от нагрузки двигателю.

Обычно у двигателей оговаривают испытания на шум, уровень которого, как правило, не должен превышать 56 дБ (по шкале А). Испытания проводят в шумовой камере, в которой двигатель устанавливают на растяжках и он работает на холостом

ходу. Микрофон располагают на расстоянии 0,3 м от боковой поверхности двигателя.

Срок службы двигателя проверяют на стенде при номинальной нагрузке. После испытания характеристики двигателя не должны измениться более чем в оговоренных пределах.

26.5. Перспективные разработки в области автотракторных электрических машин

Перспектива развития АТЭМ определяется требованием повышения их ресурса, снижения массогабаритных показателей, повышения технологичности конструкций и расширения их функциональных возможностей.

Ресурс АТЭМ в основном определяется ресурсом комплектующих изделий. В перспективные конструкции закладывают подшипники повышенной износостойкости, не требующие добавления смазки за весь срок эксплуатации, нагревостойкие провода и пазовую изоляцию, наносимую методом напыления, полупроводниковые устройства в интегральном исполнении.

Снижение массогабаритных показателей достигается оптимизацией магнитной системы, например уменьшением числа стыков в магнитопроводе и изменением формы клювообразных полюсов у автомобильных генераторов, оптимизацией числа пазов якоря в стартерах и т. п.

Для генераторов прорабатывается возможность создания приводов, обеспечивающих постоянство их частоты вращения при изменении частоты вращения приводного двигателя (для систем электроснабжения перемещенного тока стабильной частоты).

Перспективными являются конструкции с ломаной ТСХ, обеспечивающие начало зарядки аккумулятора при низкой частоте вра-

Таблица 26.15. Моторедукторы с двигателями, возбуждаемыми постоянными магнитами

Тип моторедуктора	Назначение	База магнита по табл. 26.12	Напряжение, В	Момент на выходе редуктора, Н·м	Частота вращения на выходе редуктора, об/мин	Масса, кг
МЭ241	Стеклоочиститель	4	12	1	50	1,3
17.3730	То же	5	12	1,5	34/55	2
16.3730	» »	5	24	1,5	35/55	2
22.3730	Фароочиститель	2	12	0,5	50	0,75
30.3730	То же	2	12	0,5	50	0,75

щения и увеличение мощности на высокой частоте. Такой эффект достигается применением двух обмоток на статоре, переключением обмотки со звезды на треугольник, применением несимметричной обмотки и т. п.

Генераторные установки с двумя уровнями напряжения (14 и 28 В) найдут применение на тракторах и автомобилях с дизельными двигателями.

Для тяжелых условий работы разрабатываются автомобильные бесщеточные генераторы.

Встраивание в стартер промежуточного редуктора позволит существенно уменьшить его габаритные размеры и массу.

Применение электроники даст возможность отказаться от потенциально ненадежного щеточно-коллекторного узла в дви-

гателях, заменив его полупроводниковым коммутатором.

Широко будет применяться агрегатирование, т. е. совмещение различных агрегатов и узлов в одном, например встраивание тягового реле стартера в его корпус, совмещение в одной конструкции двигателя и исполнительного органа, элементов диагностики генератора, встраивание АТЭМ в двигатель внутреннего сгорания.

Снижению расхода материалов будет способствовать применение конструкции с узлами, изготовленными по безотходной и малоотходной технологии, — статоров генераторов, выполненных намоткой из ленты на ребро, металлокерамических магнитопроводов и т. п. Применение постоянных магнитов в АТЭМ будет расширяться.

РАЗДЕЛ 27

ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ РУЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ

27.1. Двигатели для ручных электрических машин

27.1.1. Общие сведения о ручных электрических машинах

Ручной электрической машиной (электроинструментом) называется машина, приводимая в движение электрическим двигателем (или электромагнитом), составляющим с ней единое целое, вес которой, полностью или частично, воспринимается руками оператора. Ручная электрическая машина предназначена для выполнения механической работы. Движение рабочего органа ручной машины осуществляется электродвигателем, а подача и управление — вручную.

Ручные электрические машины получили широкое распространение практически во всех отраслях деятельности человека. Их применение позволило существенно облегчить условия труда и многократно повысить его производительность. Наиболее распространенными видами ручных электрических машин являются сверлильные, шлифовальные, резбонарезные, резьбозавертывающие, зачистные, фрезерные, пилы, рубанки, долбежники, лобзики, ножницы и кромкорезы по металлу, молотки, перфораторы, трамбовки, бороздоделы, бороздофрезы, герметизаторы, опрыскиватели, краскораспыли-

тели, сучкорезки, газонокосилки, гвозде- и скобозабивные, машины для стрижки животных и др.

Ручная электрическая машина состоит из электродвигателя, рабочего и передаточного механизмов, органов управления, устройств подключения к источнику электрической энергии и элементов, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала.

В качестве двигателей применяются однофазные коллекторные двигатели нормальной частоты (50—60 Гц) и трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором нормальной и промышленной частоты (200—400 Гц). Кроме того, ограниченное применение имеют однофазные асинхронные двигатели промышленной частоты, коллекторные двигатели постоянного тока и однофазные электромагниты, приводящие в прямолинейное возвратно-поступательное движение рабочие механизмы машин ударного действия. Номинальные напряжения, число фаз и номинальные частоты двигателей ручных машин регламентированы ГОСТ 10084-73. Общие требования к двигателям устанавливаются ГОСТ 10085-80.

Общим требованием, предъявляемым к ручным электрическим машинам различных видов, является обеспечение наилучших потребительских качеств (удобство в работе,

высокая производительность, минимальные габариты и масса) при полной безопасности оператора.

Производительность машины большей частью определяется ее удельной (приходящейся на единицу массы) мощностью, которая зависит от мощности встроенного двигателя.

Стремление повысить мощность машины при снижении ее массы потребовало применения высокоскоростных двигателей: однофазных коллекторных (на частоту 50 Гц) и трехфазных асинхронных повышенной частоты. У тех и других частота вращения ротора при работе под нагрузкой превышает 10 тыс. об/мин, а у некоторых машин приближается к 20 тыс. об/мин. Для обеспечения надежной работы машины при высокой частоте вращения ее ротора предъявляются жесткие требования к элементам конструкции, материалам (подшипникам, коллекторам, обмотке, изоляции, компаундирующим составам) и к технологическим процессам изготовления двигателей (к точности обработки посадочных мест под подшипники, изолировке, пропитке, балансировке и т. п.).

В отличие от большинства электротехнических изделий ручной машиной пользуются лица, не имеющие специальной подготовки, поэтому ручная машина и ее двигатель должны удовлетворять особо высоким требованиям безопасности. Основным документом, определяющим требования безопасности к ручным машинам, является Публикация Международной электротехнической комиссии МЭК 745-1-82. Этому документу соответствуют стандарты СТ СЭВ 789-86 и ГОСТ 12.2.013-87.

Изоляция ручных электрических машин по своему назначению может быть разделена на следующие виды:

рабочая — изоляция, необходимая для работы машины, например изоляция между пластинами коллектора;

основная — изоляция, предотвращающая подачу напряжения на детали, которые у исправной машины под ним не находятся, например пазовая изоляция обмотки двигателя. Эта изоляция осуществляет основную защиту оператора от поражения электрическим током;

дополнительная — изоляция, не зависящая от основной, созданная в дополнение к ней для защиты оператора от поражения током в случае повреждения основной изоляции, например пластмассовая втулка между валом и сердечником якоря;

двойная — изоляция, состоящая из основной и дополнительной;

усиленная — улучшенная основная изоляция, обладающая такими механическими и электрическими свойствами, которые обеспечивают такую же степень защиты оператора от поражения электрическим током, как и двойная, например корпус выключателя.

По степени защиты оператора от поражения электрическим током машины и их двигатели делятся на три класса: I, II, III.

К классу I относятся машины, у которых хотя бы одна металлическая деталь, доступная для прикосновения, отделена от частей, находящихся под напряжением, только основной изоляцией и которые имеют кабель с заземляющей жилой и электрический соединитель с заземляющим контактом.

К классу II относятся машины, у которых все детали, доступные для прикосновения, отделены от частей, находящихся под напряжением, двойной или усиленной изоляцией и которые не имеют устройств для заземления.

К классу III относятся машины на номинальное напряжение не выше 42 В, не имеющие ни внешних, ни внутренних цепей, находящихся под другим напряжением, и не имеющие устройств для заземления. Машину класса III разрешается подключать либо к автономному источнику питания (аккумулятору, двигатель-генераторной установке), либо к источнику энергии с электрическим разделением цепей, вторичная цепь которого отделена от первичной изоляцией, удовлетворяющей требованиям, предъявляемым к двойной изоляции (разделяющему или изолирующему трансформатору либо к преобразователю частоты с отдельными обмотками). Напряжение холостого хода такого источника не должно превышать 50 В, а разность потенциалов между любым проводом трехфазной цепи и землей — 29 В. Если машина класса II или III имеет устройство заземления, то она считается машиной класса I.

Защита от поражения электрическим током оператора ручных электрических машин обеспечивается наличием не менее чем двух не зависящих друг от друга защитных средств, одновременное повреждение которых признано практически невероятным. Этими защитными средствами являются основная изоляция на всех элементах, находящихся под напряжением, у машины любого класса защиты и, кроме того, заземление всех доступных для прикосновения металлических частей у машин класса I; дополнительная или усиленная изоляция всех доступных для прикосновения частей у машин

класса II; особо низкое напряжение и электрическое разделение цепей в источнике питания у машин класса III.

Машина должна быть сконструирована так, чтобы исключалась возможность случайного прикосновения к элементам, находящимся под напряжением, даже после удаления деталей, которые могут быть сняты без помощи инструмента. Степень защиты — не ниже IP20 по ГОСТ 14254-80 (СТ СЭВ 778-77). Корпусные детали машины не должны иметь отверстий, через которые могли бы проникнуть испытательные пальцы и штифт согласно ГОСТ 12.2.013-87 (СТ СЭВ 789-86). При этом не считаются достаточными изоляционные свойства лака, эмали, бумаги, картона, ткани, оксидной пленки, изоляционных бус, герметиков и т. п. В машинах класса II, кроме того, недоступными для прикосновения должны быть и металлические детали, отделенные от частей, находящихся под напряжением, только основной изоляцией (например, сердечник статора).

Детали, осуществляющие защиту от поражения током, не должны сниматься без помощи инструмента. Оси кнопок, рукояток и рычагов не должны находиться под напряжением. В машинах класса II не должно быть электрической связи доступных для прикосновения частей с конденсаторами, встроенными в машину, и с их кожухами. Электрический соединитель (штепсельная вилка) ручных машин должен быть таким, чтобы исключалась возможность неправильного или неполного включения штифтов вилки в гнезда розетки. Для защиты оператора от поражения током при разрядке конденсаторов их емкость должна быть ограничена, так чтобы разность потенциалов на штифтах штепсельной вилки, измеренная через 1 с после отключения машины от сети, не превышала 34 В.

Номинальное напряжение двигателей ручных машин не должно превышать 250 В для машин постоянного тока и 440 В для машин переменного тока, при этом разность потенциалов между любым проводом и землей (при нормальной эксплуатации) не должна превышать 250 В.

Для машин класса III рекомендуемые значения номинального напряжения 42 и 24 В. В СССР изготавливают машины класса III также на напряжение 36 В, которое признано допустимым, но не рекомендуемым.

Номинальной (обозначенной на маркировочной табличке) мощностью ручной машины является мощность, потребляемая из сети. Номинальной мощностью двигателя ручной машины является мощность на валу.

По степени защиты от влаги ручные электрические машины разделяют на три группы: незащищенные, брызгозащищенные и водонепроницаемые.

Каждая машина имеет маркировку, расположенную на основной ее части так, чтобы обозначения были ясно различимы, когда машина готова к работе. На машине должны быть обозначены: изготовитель, тип машины, номинальное напряжение, род тока, частота (если она выше 60 Гц), ток (если он больше 10 А), потребляемая мощность (если она выше 25 Вт), режим работы, частота вращения на холостом ходу (если она выше 10 000 об/мин). Кроме того, должны быть знаки:



Для машин класса II



Для брызгозащитных машин . .



Для водонепроницаемых машин

27.1.2. Нормы и особенности испытаний ручных электрических машин

Машина и двигатель считаются безопасными, если один образец выдержит все испытания по изложенной ниже программе. Испытания должны проводиться при температуре окружающей среды $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Пуск машины без нагрузки должен быть возможен при напряжении 0,85 номинального. При 10-кратной проверке не должно быть ни одного отказа пуска. Если в машину встроен автоматический выключатель или аппарат защиты, то повторяется 10-кратный пуск при напряжении 1,1 номинального. Не должно быть ни отказов пуска, ни срабатывания защиты.

Потребляемая мощность и ток машины, работающей при номинальном напряжении и нормальной нагрузке, не должны превышать номинальных значений больше чем на 15% (для машин с номинальной мощностью менее 300 Вт допуск увеличивается), причем нормальной нагрузкой называется усредненная испытательная нагрузка, по которой оценивается соответствие машины требованиям безопасности.

Нагревание машин и двигателей проверяют либо при нормальной нагрузке, либо при нагрузке до номинальной потребляемой

мощности, если она больше мощности при нормальной нагрузке. Сначала испытание проводят при номинальном напряжении, а затем, сохраняя постоянным момент на шпинделе или валу, испытывают машину при напряжениях, равных 0,94 и 1,06 номинального. Превышение температуры обмоток двигателя над температурой окружающей среды не должно быть более 70, 85, 95, 115 °С для обмоток с изоляцией классов нагревостойкости соответственно А, Е, В и F. Эти нормы несколько выше, чем для обмоток электрических машин общего назначения (ГОСТ 183-74), с учетом относительно небольшого ресурса ручных машин (400—800 ч), ограниченного, как правило, состоянием рабочего механизма.

При превышении температуры больше указанных значений испытаниям должны быть подвергнуты три дополнительных образца, каждый из которых проверяется дважды с выдержкой между проверками в термостате в разобранном состоянии в течение 240 ч при температуре на 80 °С выше температуры, измеренной при первой проверке.

Ток утечки измеряют на нагретой машине при напряжении на 10 % выше номинального.

Ток утечки из любого полюса источника питания в металлические части, доступные для прикосновения, не должен превышать для машин и двигателей классов I, II и III соответственно 0,75; 0,25 и 0,5 мА. Ток утечки в недоступные для прикосновения металлические детали машин класса II, отделенные только основной изоляцией, не должен быть более 3,5 мА.

Брызгозащищенность машин проверяют воздействием искусственного дождя интенсивностью 3 мм/мин в течение 5 мин, падающего с высоты 2 м, при этом машину поворачивают в наиболее неблагоприятное положение.

Водонепроницаемость машин проверяют их погружением в воду на 24 ч на 5 см ниже уровня воды. При этом не должно быть признаков проникновения воды внутрь машины.

Влагостойкость незащищенных машин проверяют выдержкой в камере влажности 91—95 % в течение 48 ч, брызгозащищенных и водонепроницаемых — 168 ч, после чего машины должны выдержать испытание электрической прочности изоляции.

Соппротивление изоляции измеряют сразу же по окончании испытания на влагостойкость. Соппротивление основной, дополнительной и усиленной изоляций во влажном

состоянии должно быть не менее 2, 5 и 7 МОм соответственно.

При испытании электрической прочности изоляции машин во влажном состоянии должна выдерживать в течение 1 мин испытательное напряжение частотой 50 Гц: основная — 1250 В для машин классов I и II и 500 В — для класса III; дополнительная и усиленная изоляции машин класса II — 2500 и 3750 В.

Машины должны выдерживать циклическую работу на холостом ходу по 24 ч при напряжениях 1,1 и 0,9 номинального. Каждый двухминутный цикл должен состоять из 100 с работы и 20 с остановки. Если в машину встроены автоматический выключатель, то она должна выдержать 10 000 включений на холостом ходу при напряжении 0,9 номинального. Машины с коллекторным двигателем должны выдержать работу на холостом ходу в течение 1 мин при напряжении 1,3 номинального. Машины с реверсивным переключателем должны выдержать 25 реверсирований при работе на холостом ходу и номинальном напряжении без промежуточной остановки переключателя в отключенном положении.

Машины должны выдержать четырехкратный удар о стальную плиту толщиной 5 мм при падении с высоты 0,5 м, а также трехкратный удар пружинным молотком по любому предполагаемому слабому месту. Энергия удара — 1 Н·с, а для колпачков щеткодержателей — 0,5 Н·м.

27.1.3. Однофазные коллекторные двигатели для ручных электрических машин

Однофазные коллекторные двигатели (табл. 27.1) применяются в основном в ручных машинах класса II — с двойной изоляцией. Большинство из них изготавливаются на номинальное напряжение 220 В. Мощность двигателей — от 60 до 2000 Вт при частоте вращения 12—18 тыс. об/мин. Двигатели мощностью до 180 Вт применяются в машинах бытового назначения (сверлильных, шлифовальных, лобзиках, фрезерных и т. п.), двигатели мощностью от 200 до 800 Вт — в машинах общего назначения, а мощностью свыше 1000 Вт — в машинах особо тяжелого режима работы — дисковых и цепных пилах, ножницах для резки металла, угловых шлифовальных и отрезных машинах.

Корпус двигателя является корпусом ручной машины и поэтому существенно отличается от традиционной формы корпусов

Таблица 27.1. Технические данные коллекторных двигателей, встраиваемых в ручные машины класса II (220 В, 50 Гц)

Тип встраиваемого двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	КПД, %	Масса, кг	Ручная машина	
					Вид	Тип
БЭС-1-1	120	15000	48	0,9	Сверлильная	БЭС-1-1
ИЭ-1036	180	15000	52,5	1,05	Сверлильная	ИЭ-1036 ИЭ-1503
					Шлифовальная	ИЭ-2201Б
					Гайковерт	ИЭ-3113А ИЭ-3121
ИЭ-1036Э	180	15000	52,5	1,05	Шуруповерт	ИЭ-3604Э
					Перфоратор	ИЭ-4709
					Лобзик	ИЭ-5201
					Ножницы	ИЭ-5404 ИЭ-5502 ИЭ-5803
КНП-250	250	12000	61	1,6	Сверлильная	ИЭ-1035 ИЭ-1204Э ИЭ-1207Э
					Ножницы	ИЭ-5405 ИЭ-5406 ИЭ-5407
КНП-370	370	12000	61,7	1,97	Сверлильная	ИЭ-1023А ИЭ-1205
					Шлифовальная	ИЭ-2008 ИЭ-2106
					Воздуходувка к перфоратору	ИЭ-4707А
КНП-750	750	15000	71,4	3	Рубанок	ИЭ-5709
					Шлифовальная	ИЭ-2009 ИЭ-2011 ИЭ-2107
					Пила Рубанок Долбежник Герметизатор Гайковерт	ИЭ-5107А-1 ИЭ-5708 ИЭ-5607 ИЭ-6602 ИЭ-3122

стационарных электрических машин. Двигатели ручных машин имеют, как правило, один подшипниковый щит, расположенный со стороны, противоположной коллектору. Щеткодержатели и гнездо заднего подшипника якоря располагаются непосредственно в корпусе. Во многих случаях корпус двигателя отливается вместе с рукояткой машины.

У двигателей мощностью до 800 Вт машин общего назначения корпуса пластмассовые. Металлические корпуса, отлитые из алюминия или магниевого сплава, применяются на машинах с особо тяжелым режимом работы.

У двигателя с металлическим корпусом дополнительная изоляция статора осуществляется вставным пластмассовым стаканом, изоляционной футеровкой внутренней поверхности корпуса или изоляционным кожухом, надетым на корпус. В двух первых способах изоляция должна обладать малым коэффициентом теплового расширения, так как изоляционный слой определяет положение статора в корпусе двигателя. Для этой цели применяются термореактивные стеклонаполненные полимерные материалы.

Корпуса из термореактивной стеклонаполненной пластмассы по прочности приближаются к металлическим корпусам. При их изготовлении применяют металлическую арматуру в виде гаек, резьбовых вставок и т. п., необходимых для крепления к корпусу статора подшипникового щита, редуктора, рукояток и т. п.

Большинство машин с двойной изоляцией имеет корпуса двигателей, выполненные из термопластичных полимерных материалов с металлической армировкой или без нее.

Пластмассовый корпус с цельным металлическим каркасом, охватывающим статор, гнездо заднего подшипника и переднего подшипникового щита, применяется у двигателей мощностью от 300 до 1000 Вт. Каркас представляет собой тонкостенную алюминиевую отливку с многочисленными окнами. Пластмасса покрывает каркас снаружи и изнутри. Оба слоя соединяются между собой перемычками, которые образуются при заполнении окон каркаса. Составной каркас состоит из нескольких отдельных элементов, один из которых охватывает статор и подшипниковый щит, а другой — гнездо под задний подшипник.

Корпуса из термопластичных материалов без металлического каркаса широко применяются в двигателях мощностью до

400 Вт. Как правило, такие корпуса имеют двойные стенки, соединенные многочисленными ребрами жесткости. Форма поперечного сечения приближена к квадратной для минимальной разницы деформации по вертикальной и горизонтальной осям. Этой же цели способствует равная толщина стенок и ребер в любом сечении.

Широкое применение для изготовления корпусных деталей ручных машин и их двигателей получили также термопластичные полимерные материалы, не наполненные стекловолокном и со стеклянным наполнителем — поликарбонаты и стеклонаполненные полиамиды.

Магнитопровод статора двигателя набирается из листов электротехнической стали. Листы сердечника скрепляются заклепками или сваркой. Сердечники, как правило, имеют цилиндрическую посадочную поверхность, по которой устанавливаются в корпусных деталях.

Пазовой изоляцией служат пленко-электрокартон, полиэтилентерефталатная пленка или трехслойный пленкосинтокартон с арамидной бумагой по ТУ 16-505.221-82. Покровную изоляцию катушки образует лента из полимерной пленки. Катушки пропитывают лаком или заливают эпоксидным компаундом.

Дополнительной изоляцией якоря, как правило, служит втулка, расположенная между сердечником и валом. Втулка образуется заливкой пластмассы, напрессовкой или напылением полимера.

Сердечник якоря принципиально не отличается от сердечников якорей коллекторных двигателей общего назначения. Обмотка якоря выполняется из медных эмалированных проводов классов нагревостойкости Е, В или F. В каждом пазу располагаются две или три секции, а в двигателях мощностью до 90 Вт машин бытового назначения — одна секция. Пазовая изоляция — пленкокартон или трехслойный пленкосинтокартон.

Корпус коллектора выполнен из термореактивной стеклонаполненной пластмассы АГ-4С (АГ-4В). В большинстве двигателей коллектор имеет тонкостенную стальную втулку. Коллектор усиливается стальными бандажными кольцами, предотвращающими его деформацию от воздействия центробежных сил, вызванных высокой частотой вращения (до 40 тыс. об/мин на холостом ходу двигателя).

В коллекторах некоторых двигателей в качестве межламельной изоляции применяется фибра, при которой не требуется про-

дораживание коллектора. На пластинах коллектора имеются крючки, за которые зацепляют петли выводных концов секций обмотки якоря. После зачистки изоляции проводов крючки закатывают роликом. Обмотку пропитывают эпоксидным компаундом. Щеткодержатели большей частью изготавливают из термореактивной пластмассы. Применяются также литые алюминиевые щеткодержатели. В двигателях применяются щетки марок ЭГ-2а, Г21. Наилучшие результаты получены при применении щеток Г-33, ресурс которых достигает 300 час. Размеры щеток $5 \times 6,3$; 5×8 ; $6,3 \times 8$ мм. Высота щеток 12,5; 16; 20 мм.

Однофазные коллекторные двигатели большинства ручных машин — неререверсивные. Щетки располагаются со сдвигом с геометрической нейтрали на 1—2 коллекторных деления, угол сдвига устанавливается экспериментально по минимальному искрению щеток при номинальной нагрузке для требуемого направления вращения. У реверсивных двигателей щетки устанавливают на геометрические нейтрали. Как правило, двигатель в реверсивном исполнении имеет меньшую номинальную мощность, чем аналогичный двигатель неререверсивного исполнения. Ререверсивные двигатели применяются для привода резьбозавертывающихся машин (гайковертов, винтовертов, шуруповертов), а также для универсальных машин многоцелевого назначения.

27.1.4. Асинхронные двигатели для ручных электрических машин

Трехфазные асинхронные двигатели нормальной частоты имеют ограниченное применение в ручных машинах. Они используются в основном в машинах класса защиты I, предназначенных для особо тяжелого режима работы: молотках, перфораторах, гайковертах, шлифовальных с гибким валом и т. п. Основное их назначение — привод переносных машин — заточных станков, точил и т. п. Как правило, это двухполюсные двигатели с синхронной частотой вращения 3000 об/мин, мощностью от 180 до 750 Вт на номинальное напряжение 220 или 380 В. Принципиально они не отличаются от двигателей общего назначения, но имеют некоторые конструктивные особенности, например в форме литого алюминиевого корпуса: наличие одного подшипникового щита (второй подшипник располагается в гнезде торцевой стенки, противо-

положной свободному концу вала), наличие приливов для крепления рукояток, кожухов, направляющих и т. п. Листы сердечника статора скрепляются сваркой или скобами. Применяются также сердечники, залитые алюминием, — в этом случае статор является частью корпуса машины. Такой двигатель должен иметь два подшипниковых щита. Обмотка статора — однослойная. Пазовая изоляция — пленкокартон или полиэтилен-терефталатная пленка. Пропитывают обмотку лаком МЛ 92. Ротор — короткозамкнутый. На конце вала ротора нарезано ведущее зубчатое колесо.

Двигатели класса защиты III на напряжения 36 и 42 В применяются в машинах, работающих в особо опасных условиях в отношении поражения оператора электрическим током. Это вибраторы общего назначения и глубинные (с гибким валом), предназначенные для уплотнения бетона, шлифовальные машины с гибким валом, работающие с подачей воды, и т. п.

Трехфазные асинхронные двигатели нашли ограниченное применение в некоторых машинах класса защиты II с двойной изоляцией. Дополнительную изоляцию статора составляет пластмассовый корпус машины, а для ротора — пластмассовое зубчатое колесо редуктора.

Однофазные асинхронные двигатели применяются для привода переносных машин: электроточил, распиловочных, универсальных деревообрабатывающих машин. Мощность этих двигателей — от 120 до 750 Вт. Они изготавливаются как с пусковой обмоткой, так и конденсаторные. Машины, предназначенные для продажи населению, имеют класс защиты II. Дополнительная изоляция таких машин осуществляется по неподвижным частям ограждением из изоляционного материала, а по движущимся частям — пластмассовым шкивом, изолирующим шпиндель машины от ротора двигателя. Технические данные асинхронных двигателей приведены в табл. 27.2.

Трехфазные асинхронные двигатели повышенной частоты получили широкое применение в ручных машинах, используемых в промышленности, например на конвейерах автозаводов. Как правило, это двухполюсные двигатели частотой 200 Гц. В лесной промышленности применяются ручные машины с четырехполюсными двигателями частотой 400 Гц. Основная масса двигателей и машин — класса защиты III на напряжения 36 и 42 В, однако изготавливаются и машины класса I на напряжение 135 В. Жесткая характеристика асинхрон-

Таблица 27.2. Технические данные трехфазных асинхронных двигателей, встраиваемых в ручные машины

Тип встраиваемого двигателя	$P_{2ном}$, Вт	КПД, %	Масса, кг	Ручная машина	
				Вид	Тип
Класс III (42 и 36 В; 200 Гц; 12 000 об/мин)					
АПШ-120	120	57	1	Штукатурно-затироч- ная	СО-86А, СО-112А
				Сверлильная	ИЭ-1025Б
				Шурупверт	ИЭ-3601Б
АПШ-180	180	61	1,07	Сверлильная	ИЭ-1026Б
				Гайковерт	ИЭ-3114Б
АПШ-250	250	67	1,6	То же	ИЭ-3118
				Сверлильная	ИЭ-1033А
				Бороздодел	ИЭ-6401А
АПШ-550	550	70	3	Сверлильная	ИЭ-1017
АПШ-750	750	72	3,6	Шлифовальная	ИЭ-2004Б
ИБ-102	750	75	3,7	Вибратор	ИБ-102

Класс I (220 и 380 В; 50 Гц; 3000 об/мин)

АН-41	180	60	3	Заточная	ИЭ-9703Б
АН-42	250	69	4	Вибратор	ИБ-99
АН-51	550	70	6	»	ИБ-98
АН-750	750	71	6,5	Молоток	ИЭ-4211
				Перфоратор	ИЭ-4707
				Распиловочная	ИЭ-6902
				Деревообрабатывающая	ИЭ-6009

ного двигателя является весьма ценным качеством применительно к шлифовальным машинам, так как позволяет выполнять работу при оптимальной окружной скорости, на которую рассчитан шлифовальный круг. Недостатком этих двигателей является высокая кратность пускового тока, что накладывает ограничение на допустимую частоту пусков машины. Кроме того, эти двигатели весьма чувствительны к колебаниям напряжения и перегрузкам.

27.1.5. Двигатели постоянного тока и двигатели с возвратно-поступательным движением для привода ручных электрических машин

Двигатели постоянного тока применяются в ручных машинах с автономными источниками питания (от гальванических элементов, аккумуляторов или двигатель-генераторных установок). Машины эти

используются в полевых условиях при сборке металлоконструкций, при ремонте автомобилей и т. п. Мощность двигателей — до 180 Вт, напряжение 7,2; 9,6 и 12 В в зависимости от источника тока. Корпус двигателя — стальной. Индуктор — двухполюсный с постоянными магнитами. Якорь подобен якорю однофазного коллекторного двигателя, но отсутствует изоляционная втулка вала. В каждом пазу размещается по одной секции. Число коллекторных пластин равно числу пазов. Щетки — медно-графитовые.

В качестве двигателя с линейным возвратно-поступательным движением якоря-бойка в электрическом молотке ИЭ-4207 и перфораторе ИЭ-4709 используются однофазные электромагниты. Электромагнит состоит из Ш-образных пакетов, расположенных радиально свободными концами к осевой линии машины. Пакеты набраны из листов электро-технической стали. Имеются две катушки,

каркасы которых изготовлены из термо-реактивного стеклопластика. Внутри катушек помещается якорь-боек. Напряжение подается на выводы обеих катушек, но ток в любой момент времени может протекать только по одной из них, так как в их цепи включены два диода. В один из полупериодов ток, проходящий через первую катушку, создает магнитный поток, разгоняющий якорь-боек вперед до удара по хвостовику рабочего инструмента. В следующий полупериод ток идет по второй катушке, якорь-боек возвращается назад. Удар по корпусу смягчается пружиной-буфером. Последний накапливает энергию и возвращает ее бойку при следующем ходе вперед. Далее циклы повторяются. Энергия удара указанных машин 4,5 и 2,5 Дж.

27.2. Двигатели для привода сельскохозяйственных механизмов

27.2.1. Особенности двигателей сельскохозяйственных механизмов

Специфические условия эксплуатации электрических машин, используемых для привода сельскохозяйственных механизмов, обуславливаются повышенной влажностью и наличием в воздухе животноводческих помещений агрессивных газов, большими колебаниями питающего напряжения, частыми перегрузками и недостаточным уровнем технического обслуживания. В связи с этим для привода сельскохозяйственных механизмов различного назначения в большинстве случаев используются двигатели, являющиеся модификациями (исполнение — для сельского хозяйства) серий машин общего назначения (4А..., С..., АО2СХ... и др.). Технические данные этих машин приведены в т. 1 Справочника. Кроме того, для приводов сельскохозяйственных механизмов выпускаются специально разработанные двигатели.

Многие из двигателей, предназначенных для привода сельскохозяйственных механизмов, выпускаются на повышенную частоту питания: 100, 150, 200 и 400 Гц. Это дает возможность вследствие увеличения частоты вращения двигателя уменьшить массогабаритные показатели как самого двигателя, так и исполнительного механизма. Питание двигателей, рассчитанных на повышенную частоту, осуществляется от статических или электромашинных преобразователей частоты (см. § 27.3).

27.2.2. Электровибраторы мельничного оборудования типа ЭВ

Электровибраторы предназначены для создания колебательных движений в механизмах мельничного и элеваторного оборудования. Это — асинхронные двигатели с короткозамкнутыми роторами, на выходных концах вала которых укреплены грузы. Двигатели (табл. 27.3) имеют естественное охлаждение. Зоны вращения эксцентриковых грузов защищены литыми кожухами, а у вибратора ЭВ 132-4У3 защита зоны обеспечивается конструкцией механизма (рис. 27.1).

Станины вибраторов ЭВ 132-4У3 отлиты из чугуна и имеют радиально ориентированные ребра; станины других типоразмеров — из алюминиевого сплава с горизонтально-вертикальным оребрением.

В вибраторах ЭВ 63-4У3, ЭВ 100-4У3 и ЭВ 100-6У3 эксцентриковые грузы чугунные, устанавливаются по два с каждой стороны вибратора. Изменение угла между грузами позволяет регулировать возмущающие усилия от нуля (при угле между грузами 180°) до максимального значения.

Таблица 27.3. Технические данные электровибраторов ЭВ

Тип электровибратора	Номинальная мощность, кВт	Максимальная возмущающая сила, кН	Синхронная частота вращения, об/мин
ЭВ 63-4У3	0,12	180	1500
ЭВ 100-4У3	0,75	600	1500
ЭВ 100-6У3	0,37	530	1000
ЭВ 132-4У3	2,2	1860	1500

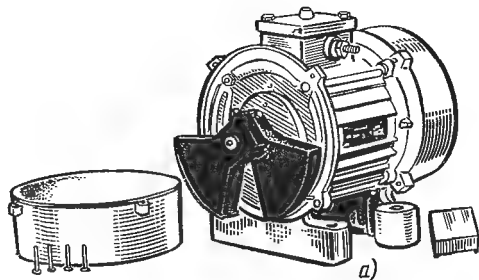
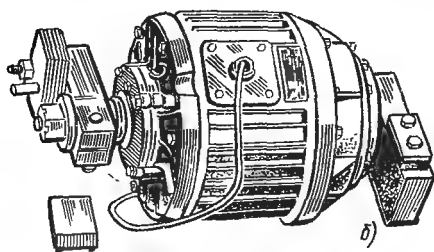


Рис. 27.1. Электровибраторы типа ЭВ:
а — ЭВ 100-4У3; б — ЭВ 132-4У3



Продолжение рис. 27.1

27.2.3. Двигатели для привода вентиляторов сельскохозяйственных помещений

Для приводов тепловентиляторов ТВ-6, ТВ-9, ТВ-12, ТВ-18, ТВ-24 и ТВ-36, предназначенных для животноводческих комплексов, выпускаются двухскоростные асинхронные двигатели ДЗВ80В8/4ПССУ2 и 4АЗВ100С8/4СХУ2. Двигатели имеют мощности соответственно 0,18/0,55 и 0,55/2,2 кВт и допускают кратковременную работу с номинальным моментом при снижении питающего напряжения до 80 % номинального.

Для приводов вентиляторов птицеводческих помещений на базе основного исполнения двигателей серии 4А разработаны двигатели 4АПА80-06У2 (для привода вентиляторов типа В056МУ3 производительностью до 6000 м³/ч) и 4АПА80А6У2 (для привода вентиляторов типа В071МУ3 производительностью до 11000 м³/ч).

Технические данные двигателей приведены в табл. 27.4.

Таблица 27.4. Технические данные двигателей вентиляторов для птицеводческих помещений

Параметр	Тип двигателя	
	4АПА80-06У2	4АПА80А6У2
Номинальная мощность, кВт	0,37	0,55
КПД, %	65	66
Коэффициент мощности	0,65	0,62
Кратность начального пускового тока	4	4
Кратность начального пускового момента	2	2

Продолжение табл. 27.4

Параметр	Тип двигателя	
	4АПА80-06У2	4АПА80А6У2
Кратность минимального момента	1,6	1,6
Кратность максимального момента	2,2	2,2
Номинальная частота вращения, об/мин	940	930
Масса, кг	9,5	11,2

27.2.4. Двигатели стригальных машинок

Для электропривода стригальных машинок используют асинхронные двигатели на частоту 50, 200 и 400 Гц (табл. 27.5).

Стригальная машинка МСО-77Б соединена с двигателем, рассчитанным на питание промышленной частотой 50 Гц, гибким валом.

Стригальная машинка МСУ-200 выпускается с пристроенным электродвигателем. Двигатель рассчитан на питание током частотой 200 Гц, имеет алюминиевый корпус и закрытое исполнение с внешним обдувом, что обеспечивает надежную защиту

Таблица 27.5. Технические данные двигателей для стригальных машинок

Параметр	Частота, Гц		
	50	200	400
Мощность, Вт	200	130	100
Напряжение, В	220/380	36	36
КПД, %	65	65	77
Коэффициент мощности	0,77	0,7	0,73
Кратность пускового момента	1,8	2,5	2,2
Кратность максимального момента	2,4	2,7	2,9
Скольжение, %	7,3	7,5	5
Синхронная частота вращения, об/мин	3000	12000	24000
Масса электродвигателя, кг	6,5	0,64	0,48
Масса машинки, кг	1,3	1,55	1,1

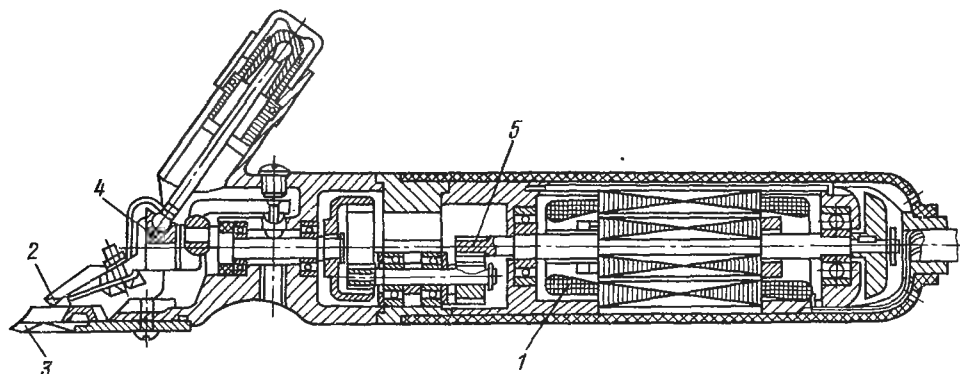


Рис. 27.2. Стригальная машинка с двигателем на 400 Гц:

1 — двигатель; 2 — нож; 3 — гребенки; 4 — нажимной механизм; 5 — двухступенчатый редуктор

от попадания внутрь корпуса сечки шерсти, жиропопа и пыли. Стригальные машинки МСУ-200 входят в комплект выпускаемых агрегатов ЭСА12/200 — для стрижки овец, ЭСА-6/200 — для стрижки верблюдов и ЭЧА-12/200 — для очистки каракулевых смушек после консервации.

Двигатель для стригальных машинок, рассчитанный на частоту 400 Гц (табл. 27.5), имеет малые массу и габаритные размеры, что позволило встроить его в ручку стригальной машинки диаметром 45 мм (рис. 27.2). В качестве источника питания двигателей стригальных машинок используются электромашинные преобразователи частоты типа ИЭ-90401 (см. § 27.3) или статические преобразователи типа ФПЧ.

27.2.5. Двигатели погружных насосов для нужд сельского хозяйства

Для водоснабжения сельскохозяйственных объектов и орошения применяются погружные насосы, размещаемые в скважинах. Для сельскохозяйственных потребите-

лей наиболее экономичными являются диаметры скважин 100–250 мм. Для таких скважин используются насосы с двигателями на повышенную частоту питания — 100, 150, 200 и 400 Гц (табл. 27.6). Повышение частоты питания асинхронных двигателей приводит к упрощению конструкции насоса из-за уменьшения числа его ступеней, связанного с увеличением частоты вращения двигателей.

27.2.6. Двигатели ручных механизмов, применяемых в растениеводстве

Ягодоборочная машина ЭЯМ-200 оснащена восемью электровибраторами, приводом которых служат асинхронные двигатели мощностью 120 Вт с номинальным напряжением 36 В частотой 200 Гц. Синхронная частота вращения двигателей 12000 об/мин. Двигатели питаются от генератора типа ГАБ (см. т. 1, § 8.4.9) через понижающий трансформатор 230/36 В.

Таблица 27.6. Технические данные двигателей повышенной частоты высокоскоростных погружных электронасосов

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, кВт	f , Гц	$U_{\text{ном}}$, В	$n_{\text{ном}}$, об/мин	КПД, %
2ВЭН-5	1,7	50	220	2800	80
1ВЭН-5	1,7	100	220	5600	81
ПЭДВ-5,5-140	5,5	100	380	5800	77,2
ВЭН-3×3,5	0,6	150	220	8250	67,5
ВЭН-4-3×32	0,85	150	220	8500	57
ВЭН-4-2×35	0,75	200	220	11 500	69
ВЭН-5-7,2×35	1,7	200	220	11 500	67,5
ВЭН-1,8×250	3,5	200	380	11 500	64
ВЭН-3×35-1	0,6	400	380	11 420	59

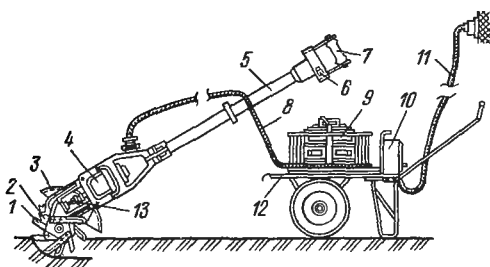


Рис. 27.3. Электромотыга ЭМ-12А:

1 — фреза; 2 — редуктор; 3 — кожух; 4 — двигатель; 5 — штанга; 6, 10 — выключатели; 7 — ручка; 8, 11 — кабели; 9 — преобразователь частоты; 12 — тележка; 13 — соединительная муфта

Ягодоборочная машина навешивается на трактор. Синхронный генератор вращается от вала отбора мощности трактора. Двигатели вибраторов соединены с генератором гибким кабелем. Трактор в процессе уборки движется по междурядьям с периодическими остановками. Сборщики во время остановок вводят в вилку вибратора (зев вилки колеблется с амплитудой 10 мм и частотой 36,6 Гц) ветви кустов. Под действием вибрации ягоды падают с зеток в улавливатели, откуда поступают в бункер очистки и в ящики.

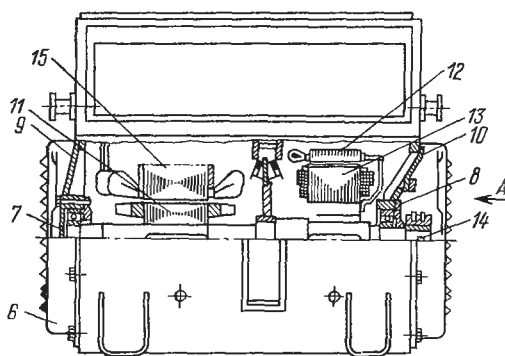
Эти же двигатели используются в электролозере агрегате ЭЛА-12/200, применяемом в виноградарстве, и в электроветкорезах, применяемых для обрезки крон деревьев.

Приводом фрез электромотыги ЭМ-12А (рис. 27.3) служат два асинхронных двигателя мощностью по 270 Вт на напряжение 36 В с частотой питания 200 Гц и номинальной частотой вращения 11 600 об/мин. Питание двигателей осуществляется от преобразователя типа ПЧ мощностью 1 кВт. Преобразователь установлен на отдельной тележке и соединен гибким кабелем с сетью частотой 50 Гц.

Ширина захвата мотыги 0,12 м, глубина обработки 0,1 м, средняя скорость движения 1600 м/ч.

27.3. Источники питания повышенной частоты двигателей ручных электрических машин и сельскохозяйственных механизмов

Для питания двигателей ручных машин и электроприводов сельскохозяйственного назначения повышенной частоты наряду со



Вид А

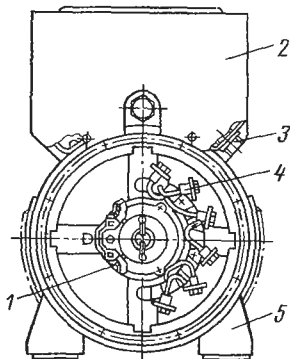


Рис. 27.4. Преобразователь частоты ПЧ-20-М1:

1 — щетка; 2 — кожух; 3 — разъем; 4 — блок выпрямителей; 5 — станина; 6 — колпак; 7, 8 — крышки подшипников; 9, 10 — щиты подшипниковые; 11 — ротор асинхронного двигателя; 12 — статор синхронного генератора; 13 — ротор синхронного генератора; 14 — вал; 15 — статор асинхронного двигателя

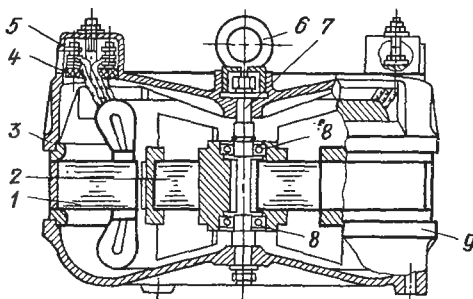


Рис. 27.5. Одномашиный преобразователь частоты ИЭ-9403:

1 — статор; 2 — короткозамкнутый ротор; 3 — щит верхний; 4 — панель выводной коробки; 5 — крышка коробки выводов; 6 — рым-болт; 7 — вал; 8 — подшипники; 9 — щит нижний

Таблица 27.7. Технические данные электромашинных преобразователей частоты

Тип преобразователя	Выходная частота, Гц	Выходная мощность, кВт·А	Выходное напряжение, В	Масса, кг	КПД, %	Габаритные размеры, мм	Удельная мощность, В·А/кг	Гарантийный срок службы, ч
И-75-В (ИЭ-9401)*	200	4	36	63	69	608 × 282 × 340	63,5	2000
И-165 (ИЭ-9402)*	200	3,75	230	73	69	600 × 375 × 310	51,3	2000
С572-А (ИЭ-9403)*	200	1,2	36	39	60	345 × 252	31	2000
ИЭ-9405	200	4	42 (36)	60	60	—	—	—
ИЭ-9406	200	1,5	42 (36)	39	60	—	—	—
С-759	200	0,6	36	20	60	250 × 240	30	2000
ПЧ-20-М1	400	20	230	360	75	840 × 485 × 820	56	8000
ПСЧ-15	400	15	230	400	70	890 × 450 × 450	37,5	5000
12ГИС2	300	3	230	—	—	—	—	—
16ГИС2	400	3	230	—	—	—	—	—

* Сняты с производства.

статическими преобразователями используются электромашинные (одномашинные и двухмашинные) преобразователи частоты (табл. 27.7) и автономные электростанции небольшой мощности — бензоагрегаты серии АБ на повышенную частоту (см. т. 1, § 8.4.9).

Электромашинный преобразователь ИЭ-9405 состоит из двухполюсного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и шестиполюсного асинхронного генератора с фазным ротором. Машины смонтированы в одном корпусе. Питание подается на обмотку ротора генератора и снимается со статора генератора. Преобразователь применяют в качестве источника питания привода ручных электрических машин и механизмов, в частности для стригальных машинок.

Электромашинный преобразователь частоты ПЧ-20-М1 (рис. 27.4) состоит из трехфазных асинхронного двигателя на частоту 50 Гц и синхронного генератора на частоту 400 Гц. Двигатель и генератор выполнены

в одном корпусе вместе с блоком возбуждения генератора и распределительным устройством.

Одномашинный преобразователь частоты ИЭ-9406 (рис. 27.5) имеет короткозамкнутый ротор, асимметричный в магнитном отношении. Обмотка ротора образуется одновременной заливкой пазов в башмаках ротора и замыкающих колец алюминием. В пазах статора располагаются две обмотки: первичная — двухполюсная, включаемая в сеть 50 Гц, и вторичная — восьмиполюсная на частоту 200 Гц. При включении первичной обмотки в сеть ротор приходит во вращение, достигает подсинхронной частоты вращения и под действием реактивного момента, обусловленного магнитной асимметрией, втягивается в синхронизм. При нагрузке преобразователя ротор вращается синхронно с полем и выходная частота не меняется в зависимости от нагрузки. Достоинством преобразователя является относительная простота конструкции (одномашинное исполнение) и отсутствие скользящих контактов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ДЛЯ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ИГРУШЕК

28.1. Основные типы

электродвигателей малой мощности, применяемых в бытовых приборах

В бытовых приборах, выпускаемых в СССР, основное применение находят однофазные асинхронные двигатели различных типов исполнения. Ниже приведены основные типы двигателей малой мощности, используемых в бытовых приборах:

Тип двигателя	Применение
Трехфазный асинхронный	Коммунальные стиральные автоматы, насосы
Асинхронный конденсаторный	Стиральные машины, магнитофоны, электрофоны, счетная техника, сушилки для рук, кинотехника, вентиляторы кондиционеров и др.
Асинхронный с обмоткой повышенного сопротивления	Бытовые холодильники, стиральные машины
Асинхронные с экранированными полюсами и с асимметричным магнитопроводом статора	Вентиляторы, тепло-вентиляторы, фены, приборы личной гигиены, насосы стиральных машин
Универсальные коллекторные	Пылесосы, полотеры, кофемолки, швейные машины, миксеры, машинки для стрижки волос

Двигатели постоянного тока (коллекторные и бесконтактные)

Вентиляторы, портативные кассетные магнитофоны

Синхронные, в том

числе редукторные Магнитофоны высшего класса, реверсаторы и командоаппараты стиральных машин

От правильного выбора электродвигателя во многом зависит надежность и экономичность работы бытового прибора. При выборе типа привода к бытовому прибору необходимо учитывать большое количество факторов, зависящих от выполняемых прибором функций. Основными показателями двигателей являются начальный пусковой момент, максимальный вращающий момент, минимальный вращающий момент, частота вращения, виброакустические показатели. В ряде случаев при выборе двигателя существенное значение имеют также энергетические и массогабаритные показатели. Для ряда приборов, например звуко- и видеозаписи, а также кинотехники важными являются специфические показатели двигателя: уровень магнитных наводок, жесткость механической характеристики.

Во всех случаях, если позволяют функциональные характеристики прибора, рекомендуется применять наиболее простые и дешевые асинхронные двигатели. Синхронные двигатели и бесконтактные двигатели постоянного тока целесообразно применять только в исключительных случаях, когда требуется стабильная частота вращения. Коллекторные двигатели повышенной частоты вращения применяются в тех случаях, когда массогабаритные размеры бытового прибора имеют первостепенное значение.

В зависимости от условий работы прибора при выборе двигателя можно руководствоваться данными табл. 28.1.

Таблица 28.1. Работа электродвигателей в специальных режимах

Требования		Переменный ток							Постоянный ток				
		Тип двигателя											
		асинхронный					синхронный		коллекторный				
		трехфазный	конденсаторный	с пусковым конденсатором	с пусковой обмоткой	с экранированными полюсами	реактивный	гистерезисный	с постоянными магнитами	универсальный	последовательного возбуждения	параллельного возбуждения	с постоянными магнитами
Ступенчатое регулирование вращения	+	0	—	—	—	—	—	—	+	+	0	0	×
Плавное регулирование вращения	—	—	—	—	—	—	—	—	+	0	0	0	×
Высокая частота вращения	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Низкая частота вращения	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	—	—	+
Стабильность частоты вращения	×	×	×	0	0	+	+	+	—	—	0	0	+
Частое реверсирование	+	+	0	0	—	+	+	+	0	0	0	0	×
Частый пуск	+	+	0	0	×	+	+	+	×	×	×	×	×
Большой пусковой момент	×	0	×	0	0	×	—	×	+	×	—	×	×
Малые масса и габаритные размеры	×	×	0	0	—	0	0	0	+	+	+	+	×
Большой срок службы	+	+	×	×	+	+	+	+	0	0	0	0	+
Способность к перегрузкам	×	0	0	0	0	×	0		+	+	×	×	×
Коэффициент полезного действия	+	×	0	0	0	0	×	×	×	×	+	×	×
Малый шум	+	+	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0	×
Низкая цена	+	+	×	+	+	×	0	0	×	—	—	—	—
Обслуживание	+	+	×	×	+	+	+	+	0	0	0	0	×

Примечание. Уровень показателя: + — очень хорошо; × — хорошо; 0 — приемлемо; — — плохо.

28.2. Асинхронные двигатели малой мощности для бытовых приборов

28.2.1. Основные типы асинхронных двигателей для бытовых приборов

Асинхронные конденсаторные двигатели. Эти двигатели находят наибольшее применение в бытовых приборах, так как не требуют дополнительных элементов, необходимых для включения в сеть, и имеют высокие энергетические показатели.

На рис. 28.1 показаны основные схемы включения обмоток. Наиболее распространенной является параллельная схема соединения обмоток (рис. 28.1, а). Емкость рабочего конденсатора C_p выбирают из условий обеспечения требуемых характеристик двигателей. Для получения наилучших энергетических

показателей в рабочей точке емкость выбирается такой, чтобы сдвиг фаз токов в главной и вспомогательной обмотках в номинальном режиме был близок к 90° . Для улучшения пусковых характеристик сдвиг фаз токов в обмотках 90° обеспечивается не в рабочей точке, а смещается в сторону скольжения $s = 1$. При этом улучшаются пусковые характеристики, но в рабочем режиме снижается КПД и увеличивается скольжение. Одним из недостатков параллельной схемы соединения обмоток является применение конденсаторов на большие рабочие напряжения (450—500 В при работе двигателя от сети 220 В), что увеличивает опасность поражения электрическим током.

Надежность изоляции двигателя и безопасной его эксплуатации повышается при применении последовательной схемы соеди-

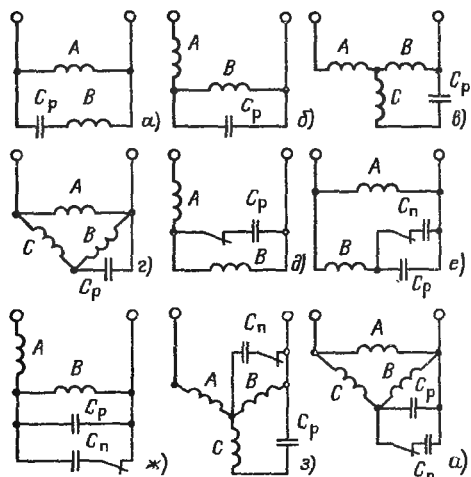


Рис. 28.1. Основные схемы включения обмоток однофазных асинхронных двигателей

нения обмоток (рис. 28.1, б). Однако несмотря на эти и ряд других преимуществ производство двигателей с последовательным соединением обмоток ограничено из-за отсутствия конденсаторов больших емкостей и малых рабочих напряжений.

В конденсаторных двигателях мощностью выше 50 Вт, когда это позволяют габариты статора, целесообразно применять трехфазные обмотки, подключаемые в однофазную сеть. На рис. 28.1, в, г показаны схемы включения в однофазную сеть трехфазных обмоток, соединенных звездой и треугольником. Направление вращения ротора такого двигателя зависит от того, к какой обмотке подключен конденсатор.

В последнее время в СССР разработан нормальный ряд конденсаторных двигателей серии КД мощностью 60, 90, 120 и 180 Вт с трехфазными обмотками, соединенными по схеме рис. 28.1, в. Для создания кругового вращающегося поля в зазоре такой машины необходимо применение конденсаторов относительно больших номинальных емкостей, но низких рабочих напряжений ($U_p \approx 1,2U_{ном}$).

Асинхронные двигатели с пусковыми элементами. В качестве пусковых элементов применяются пусковая обмотка повышенного сопротивления и пусковой конденсатор. Двигатели с пусковой обмоткой повышенного сопротивления просты по конструкции и дешевы, не имеют дополнительного фазо-

сдвигающего элемента. Время подключения пусковой обмотки к сети обычно не должно превышать 5 с. Двигатели имеют достаточно хорошие пусковые характеристики (кратность начального пускового момента — до 1,5), однако кратность пускового тока достигает 10 и более. К недостаткам двигателей данного типа следует отнести пониженную надежность по сравнению с конденсаторными двигателями из-за возможного выхода из строя пусковой обмотки.

Двигатели с пусковым конденсатором. Для улучшения пусковых характеристик последовательно с пусковой обмоткой включается пусковой конденсатор C_p (рис. 28.1). Так как после пуска конденсатор отключается, то остальные характеристики двигателя сохраняются такими же, как и у двигателя с пусковой обмоткой повышенного сопротивления.

Особенность схемы включения обмоток по рис. 28.1, д состоит в том, что для пуска используется часть главной (рабочей) обмотки, которая разбивается на две фазы, соединяемые последовательно так, чтобы угол пространственного сдвига осей фаз был в пределах $105^\circ - 120^\circ$. Одна часть обмотки на время пуска шунтируется конденсатором, чем обеспечивается требуемый угол сдвига фаз токов в частях обмотки при пуске. После пуска конденсатор отключается таким же устройством, что и пусковая обмотка повышенного сопротивления. В номинальном режиме двигатель работает как обычный однофазный двигатель с пульсирующим полем в зазоре.

Находит применение конденсаторные двигатели с рабочим C_p и пусковым C_n конденсаторами. Как правило, пусковой конденсатор в момент пуска шунтирует рабочий (рис. 28.1, е—з).

Асинхронные двигатели с экранированными полюсами. Двигатели с экранированными полюсами применяются в основном в вентиляторах и тепловентиляторах. Двигатель представляет собой явнополюсную машину с сосредоточенными обмотками, расположенными на полюсах, и короткозамкнутыми витками на части полюсов. Короткозамкнутые витки изготавливаются из меди, резе — из алюминия и охватывают 1/3 часть полюса. Двигатели изготавливаются в двух-, четырех- резе — в шестиполюсном исполнении. Ротор — обычный короткозамкнутый. Из-за больших потерь в короткозамкнутом витке двигатели с экранированными полюсами имеют более низкий КПД (25—40 %) по сравнению с аналогичными конденсаторными двигателями.

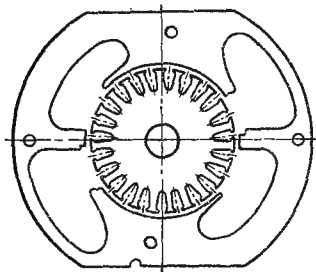


Рис. 28.2. Статорный лист асинхронного двигателя с асимметричным статором

Пусковые характеристики двигателей невысоки [$M_p = (0,2 \div 0,8) M_{ном.}$]. Мощность не превышает 30–40 Вт, поскольку изготовлять более мощные двигатели экономически невыгодно.

К недостаткам этих двигателей следует отнести также отсутствие возможности реверсирования при обычном исполнении.

Основными преимуществами двигателей с экранированными полюсами являются их простота, низкая стоимость и отсутствие дополнительных пусковых устройств.

Асинхронные двигатели с асимметричным статором. Двигатели этого типа по принципу действия и конструктивному исполнению подобны двигателям с экранированными полюсами, но не имеют короткозамкнутых витков на полюсах. На рис. 28.2 показана конструкция статорного листа такого двигателя. Сдвиг магнитных потоков при пуске создается в результате насыщения участков спинки статора малого сечения. Для улучшения пусковых характеристик применяются также магнитные шунты между полюсным наконечником и малым дополнительным полюсом. Воздушный зазор под полюсом выполняется неравномерным для уменьшения провала в кривой момента из-за влияния высших гармонических МДС. Воздушный зазор под полюсом выполняется неравномерным.

К недостаткам двигателя с асимметричным статором следует отнести отсутствие возможности реверсирования, низкий пусковой момент и нетехнологичность изготовления магнитных шунтов.

28.2.2. Особенности конструкции и эксплуатации асинхронных двигателей для бытовых приборов

В асинхронных двигателях бытового назначения широко применяют для листов статора и ротора горячекатаные слабо-

легированные стали марок 1211, 1212 (ГОСТ 21427.3-75) и рулонные (ленточные) холоднокатаные малотекстурованные стали марок 2011, 2013, 2111 (ГОСТ 21427.2-83).

Обмотки статора выполняют эмалированным проводом круглого сечения (медным, иногда алюминиевым) различных марок в зависимости от принятого класса изоляции. Для намотки и укладки обмоток широко применяется механизированное и автоматизированное обмоточно-изолирующее оборудование. Применение такого оборудования выдвигает ряд ограничений конструктивного характера: коэффициент заполнения паза не должен превышать 0,68; ширина зубца должна быть не менее 3 мм, а ширина раскрытия паза — не менее 2 мм.

Для изолирования обмоток от стали статора применяются пленочные изоляционные материалы: пленкоэлектрокартон толщиной 0,19 и 0,27 мм, полиэтилентерефталатная пленка толщиной 0,125; 0,19; 0,25 мм и др.

Вал двигателей с подшипниками качения — обычный (ступенчатый) с заплечиками, необходимыми для упора подшипника. При подшипниках скольжения вал выполняется гладким. В двигателях с подшипниками скольжения наибольшую сложность представляет соединение гладкого вала с пакетом, так как обычная запрессовка в этом случае неприемлема из-за нарушения чистоты поверхности вала. В этом случае применяют склеивание, обжатие крайних листов ротора до пластической деформации, запрессовку через промежуточную разрезную втулку и другие методы.

Подшипниковые щиты двигателей бытового назначения, как правило, изготавливаются литьем под давлением из сплава алюминия или цинка. Реже применяются пластмассовые и штампованные стальные щиты.

Выбор типа подшипника зависит от режима работы машины и лимитируется долговечностью ее работы и требованиями к уровню звука. Подшипники качения нормальной точности, в частности шарикоподшипники радиальные однорядные легкой серии 6—60000Ш, применяют, если имеются повышенные механические усилия, а уровень звука не входит в число лимитирующих факторов. Если предъявляются повышенные требования к уровню звука и вибраций, то применяют подшипники скольжения, которые благодаря возможности самоустанавливания при сборке не требуют точной обработки поверхности. Во многих конструкциях двигателей используются подшипниковые втулки из композиций БГр-4 и ЖГр-1. Широко

применяются металлокерамические самоустанавливающиеся подшипники (ТУ 16-509.015-69) со смазкой маслом Б-3В или смесью этого масла с маслом МС-20. Эти подшипники в большинстве бытовых двигателей работают без пополнения смазки в течение 1000—2000 ч. Необходимое смазывание трущихся поверхностей обеспечивается высокой пористостью и маслостойкостью подшипниковой втулки, удерживанием масла в подшипниковом узле при эксплуатации и подбором необходимого сорта масла.

В качестве рабочих конденсаторов применяют металлобумажные герметизированные частотные конденсаторы марки МБГЧ (ТУ 750.462.011). Конденсаторы МБГЧ-1 рассчитаны на работу при температуре окружающей среды от -60 до $+70^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха до 98 % при

Таблица 28.2. Рабочие конденсаторы металлобумажные герметизированные частотные типа МБГЧ

Тип конденсатора	$C_{\text{ном}}$, мкФ	$U_{\text{ном}}$, В	Габаритные размеры, мм			Масса, г
			Длина l	Ширина b	Высота h	
МБГЧ-1	0,5	250	31	16	25	35
	0,5		31	31	25	60
	1		46	11	50	70
	2		46	16	50	90
	4		46	31	50	150
10	46	61	50	270		
МБГЧ-1	0,25	500	31	31	25	60
	0,5		46	16	50	90
	1		46	31	50	150
	2		46	51	50	230
	4		69	34	115	420
МБГЧ-1	0,25	750	46	21	50	120
	0,5		46	31	50	150
	1		46	56	50	250
	2		69	39	115	500
МБГЧ-1	0,25	1000	46	31	50	150
	0,5		46	51	50	230
	1		69	39	115	500
МБГЧ-2	0,5	250	30	17	30	40
	10	250	45	60	54	270
	1	380	45	17	54	110
	0,25	500	30	30	30	55

Таблица 28.3. Пусковые конденсаторы электролитические в алюминивевых корпусах с электроизоляционным покрытием типа К50

$U_{\text{ном}}$, В	$C_{\text{ном}}$, мкФ	Габаритные размеры, мм		
		Диаметр d	Высота h	Расстояние между выводами
80	160	30	60	13
	250	30	80	13
	350	34	80	13
	500	34	115	13
	750	40	115	15
150	50	25	55	10
	80	30	55	13
	110	34	65	13
	160	34	90	13
	200	34	115	13
	250	34	120	13
320	10	26	45	10
	16	26	55	10
	25	30	60	13
	40	34	90	13
	60	34	120	13
	100	40	120	15

Примечание. Отклонение емкости от номинальной $\pm 20\%$; тангенс угла диэлектрических потерь на частоте 50 Гц — не более 0,1; ток утечки — не более 0,05 мкА; номинальный режим работы — 20 вкл/ч при продолжительности каждого включения до 3 с; относительная влажность воздуха при 40°C — до 98 %.

40°C , а конденсаторы МБГЧ-2 — при температуре от -60 до $+125^{\circ}\text{C}$ и влажности 98 % при 40°C .

Выпускаемые промышленностью конденсаторы имеют точность по емкости ± 10 и $\pm 20\%$. Отклонения существенно влияют на показатели работы двигателей.

В качестве пусковых используют электролитические конденсаторы в алюминивевых корпусах с электроизоляционным покрытием типа К50. Эти конденсаторы взрывобезопасны и допускают кратковременное включение в сеть переменного тока 50 Гц при полном номинальном напряжении (20 включений в час при продолжительности каждого включения до 3 с).

Данные конденсаторов МБГЧ и К50 приведены в табл. 28.2 и 28.3. К особен-

Таблица 28.4. Технические данные бытовых асинхронных двигателей

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ Вт	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	Назначение
ЭД-2-2, ЭД-2-2П ЭД-2-2К, КД-2 КД-3,5, КД-2,5-2, КД-6-4, КД-7, КДП (подмоточные), ЭДГ-1, ЭДГ-3, ЭДГ-2-4, ЭДГ-6	1,6—10 0,6—10 10—25	1,8 1,5 1,8	0,6 0,6 0,6	Звукозаписывающая аппаратура (магнитофоны, проигрыватели, видеоманитофоны, электрофоны)
ДКВ-1,6-2, ДКВ-2,5-2/2, ДКВ-4-2/2, ДКВ-10-2-У4, ЭДГ-4, ДКВ-4-4; ДКВ-6-4, ЭК-4 АВЕ-041-2М, АВЕ-041-4М, АВЕ-042-2М, АВЕ-042-4М КД-30, КД-50, КДР, КР-25-2	0,6—16 16—40 25—60	1,3 1,3 1,3	0,3—0,4 0,4 0,4	Приборы с вентиляторной нагрузкой (бытовые вентиляторы, фены, увлажнители, потолочные вентиляторы, сушилки для рук, воздухонагреватели, диакинопроекторы)
АВЕ-0,71-4С, ДБСМ-1, АЕ-16 ДЦСМ	180 120	1,7 2,67	0,65; 1 1,55	Стиральные машины (активатор, центрифуга)
ДКС-1, ДКС-2, КД-40В, КД-50С	40	2	0,6; 1,2	Счетная техника
ДКВ-4-2, ДКВ-2,5-2	2,5	1,4	0,6	Оптико-механические приборы
КД-40, КД-50, ДКВ-10-2, ДКВ-4-2	1,6—50	1,3	0,4	Бытовые приборы (пишущие машинки, мусородробилки, электрокомпрессор, электро-маникюрница, ножеточка)
ДХМ-2, ДХМ-3, ДХМ-5, ДХМ-100, ДХМ-150	60—150	1,75—2,3	2,22—3,13	Домашние холодильники

ностям асинхронных бытовых двигателей следует отнести относительно большое активное сопротивление обмотки статора, малое число пазов на полюс и фазу, необходимость приспособлять конструкцию двигателя к требованиям эксплуатации в приборах бытового назначения.

Специальные технические требования предъявляются к форме механических характеристик, нестандартным режимам работы, длительности работы в году, ограничениям по габаритам и установочным размерам, массе, радиопомехам и вибрациям.

В табл. 28.4 даны общие технические данные основных типов бытовых асинхронных двигателей.

Большое количество бытовых приборов имеют нагрузку вентиляторного типа. Для таких приборов применяются все типы асинхронных двигателей, выпуск которых в общем объеме производства двигателей для бытовых приборов составляет около 70 %. В табл. 28.5 приведены основные технические требования к приводу бытовых приборов с вентиляторной нагрузкой.

Значения ряда показателей для асинхронных двигателей малой мощности оговорены в ГОСТ:

ГОСТ 12126-71. Машины электрические малой мощности. Установочные и присоединительные размеры;

ГОСТ 20832-75. Машины электрические

Таблица 28.5. Основные технические требования к приводу бытовых приборов с вентиляторной нагрузкой

Группа приборов	Номинальная мощность, Вт	Число полюсов	Режим работы (по ГОСТ 183-74)	Условия охлаждения двигателя	$\frac{M_p}{M_{ном}}$	Характерные требования
Настольно-настенные вентиляторы (в том числе с автоматическим поворотом)	6; 10; 16 4; 6	4 2	S1 S1	Крыльчаткой прибора	0,4—0,6 0,3	Несколько частот вращения либо возможность плавного регулирования частоты вращения
Оконные, кухонные вентиляторы	4; 6; 10	2; 4	S1	То же	0,3	Несколько частот вращения
Тепловентиляторы	4; 6	2	S1	—	0,3	То же
Насосы стиральных машин	16	2	S3	Собственным вентилятором	0,6	ПВ = 40 %, время цикла 7 мин
Диапроекторы	2,5; 4; 6	2	S1	Крыльчаткой прибора	0,3; 1,0	Ограниченная осевая длина двигателя
Фены настольные	2,5; 4; 6	2	S1	То же	0,3	—
Рукосушители	10	2	S1	—	0,3	—
Воздухоочистители	10; 16	2; 4	S1	Крыльчаткой прибора	0,3	Несколько частот вращения
Массажеры	10	2	S1	Собственным вентилятором	0,3	Повышенные циклические радиальные нагрузки, плавное регулирование частоты вращения
Увлажнители воздуха	6	2	S1	То же	0,3	Несколько частот вращения
Ионизаторы	10	2	S1	Крыльчаткой прибора	0,3	—
СВЧ-печи	4; 6	2	S1	То же	0,3	—
Ножеточки	6; 10	2	S2	Без вентилятора	0,4	Время работы — до 10 мин
Мороженицы бытовые	2,5	2	S2	Собственным вентилятором	0,3	Должен допускать работу в течение 40 мин в режиме короткого замыкания

вращающиеся малой мощности до 0,5 кг. Допустимые вибрации;

ГОСТ 162640-85. Электродвигатели малой мощности общего назначения. Общие технические условия;

ГОСТ 14191-81. Электродвигатели для звукозаписывающей аппаратуры и электропроигрывающих устройств бытового назначения;

ГОСТ 10085-80. Двигатели для ручных электрических машин. Общие технические требования;

ГОСТ 23264-78. Машины электрические вращающиеся малые. Классификация. Условные обозначения.

28.2.3. Асинхронные двигатели для герметичных компрессоров холодильников

Бытовые холодильники в СССР комплектуют в основном двухполюсными двигателями типа ЭД-23 и ЭД-24, выпускаемыми вместе с компрессорами по японской лицензии, а также четырехполюсными двигателями типа ДХМ-5, ДГ-0,2М. В табл. 28.6 приведены основные технические данные четырехполюсных двигателей. В связи с тем что двухполюсные двигатели позволяют лучше использовать габариты компрессора при той же номинальной мощности, разработан ряд

Таблица 28.6. Технические данные четырехполюсных однофазных асинхронных двигателей герметичных компрессоров холодильников

Тип двигателя	$U_{\text{ном}},$ В	$f,$ Гц	$P_{2\text{ном}},$ Вт	$n_{\text{ном}},$ об/мин	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$
ДХМ-3	127	50	90	1140	58	0,57	2,45	2,15	6,6
ДХМ-5	220	50 (60)	90	1440 (1750)	62	0,53	2,45 (2,9)	2,15 (2,2)	6,6 (7,1)
ДХМ-100	115	60	100	1740	63	0,59	2,3	2,0	7,5
ДГ-0,2М	220	50 (60)	250	1420 (1700)	70 (70)	0,64 (0,68)	2,2 (1,8)	1,20 (0,95)	6 (6,3)

Примечания: 1. Класс изоляции двигателей — А.

2. Двигатели встраиваемые, выпускаются без подшипниковых щитов в виде узлов статора и ротора.

3. В скобках приведены данные для частоты напряжения питания 60 Гц.

Таблица 28.7. Технические данные двухполюсных однофазных асинхронных двигателей герметичных компрессоров холодильников

Тип двигателя	$U_{\text{ном}},$ В	$f,$ Гц	$P_{2\text{ном}},$ Вт	$n_{\text{ном}},$ об/мин	КПД, %	$\cos \varphi$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$
ДХМ-2-60	220	50	60	2870	60	0,58	2,7	1,8	6,6
ДХМ-2-75	220	50	75	2880	61	0,58	2,9	1,7	6,7
ДХМ-2-90	220	50	90	2920	66	0,52	3,1	2	7,6
ДХМ-2-90	115	60	90	3540	66	0,50	3,5	2,4	9,5
ДХМ-2-150	220	50	150	2920	70	0,55	3,1	2,1	8,6
ДХМ-2-150	115	60	150	3340	68	0,52	4,6	2,2	10
ДХМ-2-120	220	50	120	2890	66	0,55	3	2	8,4
ДХМ-2-120	115	60	120	3520	70	0,51	3,6	2,3	8,5
ЭД-04	115	60	120	3520	68	0,52	4,2	1,5	7,6
ДГ-2-0,14	220	50	140	2850	66	0,65	2,5	1,35	7,5
ДГ-2-0,18	220	50	180	2850	71	0,72	2,44	1,14	7,8
ДГ-2-0,2	220	50	180	2860	69	0,66	3,1	1,6	8,2
ДАО-146-250	220	50 (60)	250	2900 (3500)	72 (74) (0,7)	0,66 (0,7)	3 (2,6)	2,7 (2,5)	6,8 (7,1)
ЭД-23	220	50	100	2870	59	0,6	3,1	1,7	8,5
ЭДП-24	220	50	125	2870	69	0,6	3	1,75	9

Примечания: 1. Номинальный режим работы двигателей — S1.

2. Форма исполнения — IM5010 — встраиваемые без станины и подшипниковых щитов — статор и ротор в виде отдельных сборок.

3. Класс нагревостойкости для двигателей ДГ-2 — А, для остальных двигателей — Е.

4. В скобках приведены данные для частоты напряжения питания 60 Гц.

двухполюсных двигателей типа ДХМ-2 мощностью 60, 75, 90, 120 и 150 Вт. Основные технические данные двигателей ДХМ-2 приведены в табл. 28.7. Там же приводятся данные двигателей ЭД-23, ЭДП-24 и ДАО-146-250, выпускаемые в настоящее время предприятиями Минэлектротехпрома. Для обеспечения взаимозаменяемости компрессоров и их двигателей проведена унификация установочно-присоединительных разме-

ров и основных показателей двигателей ДХМ-2 с двигателями типа ЭД-23.

Для герметичных компрессоров холодильников в основном применяются двигатели с пусковой обмоткой повышенного сопротивления. В отдельных случаях применяется пусковой конденсатор, что позволяет повысить пусковой момент и снизить пусковой ток. Как правило, все двигатели имеют большую кратность максимального

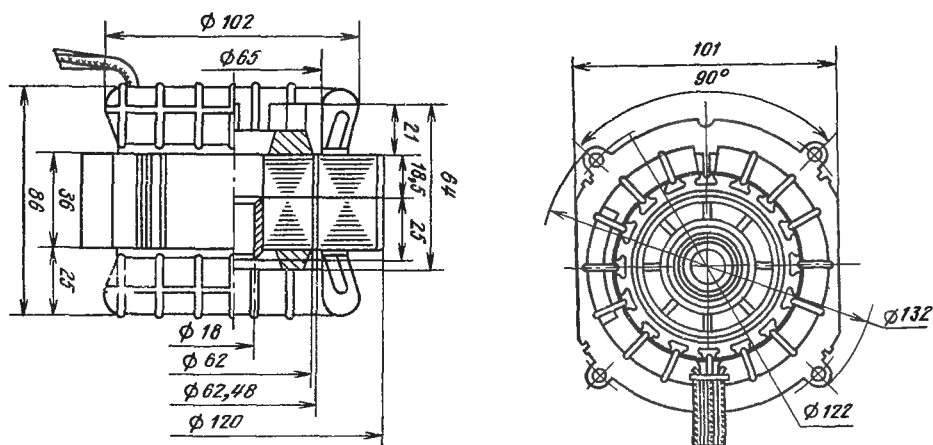


Рис. 28.3. Конструкция асинхронного микродвигателя ДХМ-2-90 с повышенным активным сопротивлением в пусковой фазе

вращающего и начального пускового моментов, что обусловлено пульсирующим характером нагрузки компрессора. Для снижения пускового тока при высоком начальном пусковом моменте в двигателях ЭД-23 и ЭД-24 применяется бифилярная намотка витков пусковой обмотки. Как правило, все двигатели изготавливаются с пониженным использованием активных материалов, но с повышенными энергетическими показателями, что позволяет повысить КПД и снизить эксплуатационные затраты, которые составляют значительную часть общих затрат на изготовление и применение (годовая наработка двигателя составляет 5000–6000 ч).

Двигатели ДХМ мощностью 60–150 Вт имеют одинаковые размеры по диаметру статора (120 × 101 мм) и различаются длиной (75, 80, 86, 93 и 103 мм). На рис. 28.3 показаны конструкция и габаритно-установочные размеры двигателя ДХМ-2 мощностью 90 Вт. Двигатель поставляется в разобранном виде и состоит из статора и ротора без вала. Сердечник статора – сварной, набирается из листов стали 2011 и 2013. Ротор – короткозамкнутый, залит методом литья под давлением. Исполнение двигателей – открытое (ИРОО по ГОСТ 17494-72). Исполнение по монтажу – IM5010 по ГОСТ 2479-79.

28.2.4. Асинхронные двигатели для стиральных машин

В стиральных машинах двигатели используют для привода активатора, центрифуги, барабана, реверсатора и командоаппарата.

Для привода активаторов применяют два типа двигателей: конденсаторные типов АД и КД и однофазные с пусковой обмоткой повышенного сопротивления типов ДБСМ, АЕР. Характеристики двигателей активаторов стиральных машин приведены в табл. 28.8. Двигатель АД-180-4/71С вытесняют взамен двигателя ДБСМ-1Е, и по конструктивному исполнению он аналогичен двигателю ДБСМ-1, но имеет улучшенные виброакустические характеристики (класс вибрации 2,8, средний уровень шума – по III классу ГОСТ 16264-70).

В стиральных машинах с горизонтальным активатором в основном применяются конденсаторные двигатели АВЕ-071-4С с одним рабочим конденсатором. Серия встраиваемых двигателей АВ, АВЕ разработана для использования в приборах и механизмах различного назначения. Номинальный режим работы двигателей АВЕ-07С – повторно-кратковременный S3 с ПВ = 60 % (цикл 10 мин). По способу монтажа они выпускаются с фланцевым креплением (IM4301 и IM3601). Уровень звука на расстоянии 1 м от корпуса составляет 63 дБ (по шкале А). Гарантийная наработка на отказ 5000 ч.

Для замены двигателя АВЕ-071-4С на базе серии КД...Р разработан двигатель типа КД-180-4/56РС с трехфазной обмоткой статора, позволяющей применять намоточно-изолировочное оборудование, разработанное для двигателей аналогичного габарита серии 4А. Более подробно характеристики двигателей серии КД рассмотрены в п. 28.2.9.

Для привода активаторов стиральных

Таблица 28.8. Технические данные двигателей для бытовых стиральных машин

Тип двигателя		Высота оси враще- ния, мм	Основные технические характеристики						
Старое обозначение	Новое		$U_{\text{ном}}$, В	$P_{2\text{ном}}$, Вт	f , Гц	n , об/мин	КПД, %	Мас- са, кг	Емкость конден- сатора, мкФ
Для активаторов стиральных машин									
ABE-071-4C	КД-180-4/56P	71	220, 127	180	50	1350	60	6,6	8
ABE-07AC	КД-120-4/56P	63	220, 127	120	50	1350	58	4,5	8
АЕП16УХЛ4	КД-180-4/56P	80	127, 220	180	50	1420	56	5,7	—
АД-180-4/71С	КД-180-4/56P	71	127, 220, 115	180	50, 60	1500	50, 48	5,63	—
ДАВ-071-4С	КД-180-4/56P	71	115, 220	180	50, 60	1500	60	6,3	16/4
—	КД-180-4/56P	56	220	180	50	1370	55	4,8	22/8
КД-120-4/56P	—	56	230	120	50	1360	48	3,85	15,8

Для центрифуг стиральных машин

ДАО-Ц	КД-120-2	80	127, 220, 115	120	50, 60	3000	42	5,6	30/10
ДЦСМ-3Б	КД-120-2	80	220, 127	120	50	3000	44	5	10; 30
ABE-071-4Ц	—	71	220	120	50	1350	49	6,0	10; 30
—	КД-120-3	56	220	120	50	2600	44	5	10/30
—	КД-90-4/56P	56	220	90	50	1380	45	3,2	15/6
—	КД-120-4/56P	56	220	120	50	1360	48	3,85	15/8

Для полуавтоматических и автоматических стиральных машин

ДАСМ-2	—	90	120, 60	120, 60	50	3000/500	25/17	12,8	20/16
ЭНСМ-1	ДАОН-30	56	220	220	50	2480	18	1,9	—

машин разработаны также двигатели типа ДБПО с пусковым конденсатором без пусковой обмотки (схема включения — по рис. 28.1, д). Двигатели имеют ряд преимуществ по сравнению с другими двигателями аналогичного назначения: при снижении трудоемкости изготовления имеют высокую кратность пускового момента, малое значение пускового тока, малую стоимость, высокую надежность.

Технические данные двигателей ДБПО	ДБПО-180	ДБПО-120
Номинальная мощность, Вт	180	120
Напряжение сети, В	220	220
Номинальный ток, А	2,3	3,5
КПД, %	55	65
$\cos \phi$	0,635	0,56
Кратность пускового момента	1	1
Кратность пускового тока	2,8	2,3
Пусковой ток, А	6,45	5,65

Кратность максимального момента 1,65 1,67
 Емкость пускового конденсатора, мкФ 160 110
 Напряжение пускового конденсатора, В 150 150

Двигатели ДБПО могут использоваться для привода насосов, центрифуг, соковыжималок, кухонных машин, мясорубок, компрессоров. Двигатели выполнены с полужакрытым пазом. Изоляция — класса Е. Исполнение — защищенное. В качестве пусковых используются неполярные электролитические алюминиевые конденсаторы типа К-50-19. Конденсаторы допускают 20 включений в час при длительности каждого включения 3 с.

Для центрифуг стиральных машин применяются конденсаторные двигатели типа ДАО-Ц и ДЦСМ-3Б с постоянно включенными конденсаторами, а также конденсаторный двигатель типа АВЕ-0-71-4Ц.

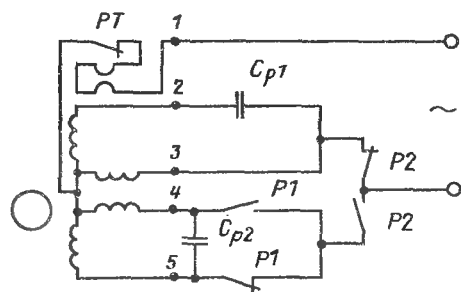


Рис. 28.4. Схема подключения двигателя ДАСМ-2 к сети питания:

1 — общий вывод обмоток малой и большой частот вращения; 2 — конец вспомогательной обмотки большой частоты вращения; 3 — начало главной обмотки большой частоты вращения; 4 — начало вспомогательной обмотки низкой частоты вращения; 5 — начало главной обмотки низкой частоты вращения; РТ — реле тепловое защитное типа РК-1-00; P1, P2 — контакты командоаппарата

Применение пусковых элементов в двигателях центрифуг нежелательно, так как двигатель работает в условиях затяжного пуска. Для создания большого начального пускового момента режим кругового поля выбирается вблизи точки короткого замыкания. При этом энергетические показатели в номинальном режиме ухудшаются, но на экономические показатели привода это практически не влияет. В табл. 28.9 приведены пусковые характеристики двигателей. Номинальный режим работы двигателей АД-180-4/71С — S3, ПВ = 60 % с реверсом. Степень защиты — IP10, форма исполнения — IM3681. Двигатель ДАСМ-2 рассчитан на максимальное превышение температуры 60 °С

Таблица 28.9. Пусковые характеристики двигателей для бытовых стиральных машин

Тип двигателя	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$
АД-180-4/71С	1,7	1,1	4,5
КД-180-4/56Р	1,75	0,65	3,2
ДЦСМ-ЗБ	2,67	1,78	2,8
ДАОЦ	2,68	1,75	2,2
ДАСМ-2*	6,3/1,67	3,3/1,37	3,5/1

* В числителе указаны данные для двухполюсного двигателя, в знаменателе — для двенадцатиполюсного.

в двухполюсном и 75 °С в двенадцатиполюсном режиме.

Для привода стиральных машин барабанного типа применяется однофазный конденсаторный двигатель типа ДАСМ-2 (см. табл. 28.8). Двигатель имеет число полюсов 12/2 и четыре обмотки на статоре. Главные и вспомогательные обмотки соединены по параллельной схеме включения. На статоре двигателя укреплено температурное реле для защиты обмоток при перегрузках и в режимах короткого замыкания. Схема включения обмоток двигателя показана на рис. 28.4.

Для привода бытовых автоматических стиральных машин разработан двухскоростной конденсаторный двигатель типа ДАСМ-4 с числом полюсов 16/2. На низкой частоте вращения двигатель выполнен с трехфазной схемой включения в звезду, а на высокой частоте вращения — с параллельным включением обмоток статора.

На базе однофазного асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом статора разработан двигатель-насос для выкачивания стирального раствора производительностью 30 л/мин. Параметры двигателя насоса: потребляемая мощность 120 Вт, потребляемый ток 0,95 А, КПД в рабочей точке при напоре 1 м равен 0,18, максимальный вращающий момент 12,5 Н·см, начальный пусковой момент 4,4 Н·см, масса 1,85 кг.

28.2.5. Асинхронные двигатели для звуковоспроизводящей и звукозаписывающей аппаратуры

Для электрофонов I, II классов могут применяться асинхронные однофазные двигатели типа ЭДГ и конденсаторные двигатели типа КД...П, выполненные в соответствии с требованиями ГОСТ 14191-72.

В катушечных магнитофонах в качестве ведущих в основном применяются асинхронные конденсаторные двигатели типов КД-6-4, КД-3,5А. Наиболее широкое применение в магнитофонах II—IV классов нашел двигатель КД-6-4, разработанный с учетом эстетических требований к магнитофонам. Двигатель КД-3,5А не соответствует этим требованиям, поэтому он почти полностью заменен двигателем КД-6-4, основными преимуществами которого перед двигателем КД-3,5А являются меньшая на 35 % высота двигателя и более низкие магнитные помехи. Основные технические данные двигателей для звуковоспроизводящей аппаратуры приведены в табл. 28.10. Двигатель

Таблица 28.10. Технические данные двигателей для магнитной записи и электропронгивающих устройств

Тип двигателя	Высота оси вращения, мм	$U_{ном}$, В	$P_{2ном}$, Вт	f , Гц	n , об/мин	КПД, %	Масса, кг	Емкость конденсатора, мкФ	Примечания
КД-6-4 (ДА-6-4/45)	45	220	6	50	1475	25	1,1	4	С распределенной обмоткой
КДП-6-4	45	127/70	51/17	50	—	—	1,5	4	Подмоточный
ДАП-6-4/45	45	127/70	35/23	50	—	—	1,4	4	»
АДТ-1,6/10-2	45	220/20	1,6/10	50	3000	48	0,97	—	Двигатель-трансформатор
АКД-4-2	—	220	4	50	2680	18	0,9	—	—
ЭДГ-2П	—	127	35	—	2600	—	0,8	4	—
КД-2,5-4	36	127	2,5	50	1500	21	0,6	1	—
АД-5	36	127	10	50	1400	24	1,3	2	—
ДМ-1	—	220	1	50	3000	9	0,6	—	С экранированными полюсами
ДКАМ-1,8-4	—	80	19/25	50	1100	—	—	4	С мягкой характеристикой и таходатчиком
КД-10-2/40ВП	40	220	10	50	3000	25	—	—	—
ЭДГ-4С	—	220	0,6	50	300	—	1,26	1,4	Для видеомангнитофона

Примечания: 1. Для двигателей КДП-6-4, ДАП-6-4/45, ЭДГ-2П и ДКАМ-1,8-4 изготовитель приводит номинальную потребляемую мощность.
2. Для двигателей КДП-6-4, ДАП-6-4/46 и ДКАМ-1,8-4 в числителе дана мощность в режиме перемотки, в знаменателе — в режиме подмотки.
3. Для двигателя АДТ-1,6/10-2 в знаменателе приведены данные трансформатора. Значение КПД указано для двигателя с трансформатором.

ДА-6-4/45 унифицирован с серийными двигателями КД-6-4, но имеет улучшенные характеристики за счет усовершенствования узлов. Разработан асинхронный двигатель типа АКС-600/300 с внешним ротором и мягкой механической характеристикой. Электронная схема стабилизации обеспечивает получение двух стабильных частот вращения 600 и 300 об/мин при нагрузке 0,88 Н·см. Двигатель имеет начальный пусковой момент около 3 Н·см, потребляет в режиме пуска 20 Вт переменного тока и 6 Вт постоянного тока. Средний уровень звука на расстоянии 0,25 м от наружного контура двигателя не превышает 30 дБ (по шкале А), вибрационная скорость соответствует классу 0,45 в радиальном и аксиальном и классу 0,7 в тангенциальном направлениях. Уровень магнитных помех-наводок на расстоянии 0,1 м от контура двигателя не превышает 1,5 А/м.

Подматывающий двигатель для бытовых магнитофонов КПД-6-4 удовлетворяет требованиям обмоточных узлов магнитофонов I, II классов. На базе этого двигателя разработан двигатель типа ДАП/45МВ с улучшенными виброакустическими характеристиками

для магнитофонов высшего класса.

На базе двигателя АКС-600/300 разработан подматывающий двигатель типа АКВ-4-6 мощностью 4 Вт с внешним ротором. Такая конструкция позволяет получить хорошие механические характеристики и высокие энергетические показатели при меньшей массе, а также низкие магнитные помехи.

Конструкция двигателя с внешним ротором является наиболее рациональной и для применения в стандартных кассетных магнитофонах, где диаметр двигателя не должен превышать 40 мм. Для этих целей разработан асинхронный двигатель типа ДАП-0,6-1/20Н с внешним ротором и мягкой механической характеристикой. Для привода кассетных магнитофонов применяется двигатель-трансформатор типа АДТ-1,6/10-2. Двигатель выполнен с экранированными полюсами.

Для бытовых видеомангнитофонов разработаны явнопольные конденсаторные двигатели типа КД-6-2/45ВП и КД-10-2/45ВП, унифицированные по конструкции с отрезком серии КД...П.

28.2.6. Асинхронные двигатели для приборов микроклимата

В приборах микроклимата — вентиляторах, тепловентиляторах, увлажнителях и очистителях воздуха, кондиционерах, сушителях, фенах — используются различные типы асинхронных двигателей — конденсаторные, с пусковой обмоткой и пусковым конденсатором, с экранированными полюсами, с асимметричным магнитопроводом статора.

В вентиляторах и тепловентиляторах наибольшее распространение получили двигатели с экранированными полюсами. Двигате-

ли, как правило, выпускают те же заводы, которые делают и сами вентиляторы.

Для повышения технического уровня выпускаемых в СССР вентиляторов и их унификации разработаны однофазные асинхронные двигатели с экранированными полюсами типов 1ДВЛВ, 2ДВЛВ, 2ДВНВ, 3ДВЛВ, 3ДВ-2В, 3ДВ-3ЛВ, 3ДВ-2ЛВР открытого (ЛВ) и закрытого (НВ) исполнения и конденсаторные типа 3ДКВЛВ (табл. 28.11). Двухполюсные двигатели 1ДВЛВ, 2ДВЛВ и 2ДВНВ выполнены на двух статорных и роторных листах (рис. 28.5). Двухполюсные конденсаторные двигатели открытого исполнения 3ДКЛВ выполнены на статорных

Таблица 28.11. Технические данные вентиляторных двигателей типов ДВ, ДК

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$, Вт	n , об/мин	КПД, %	$M_{\text{п}}$, Н·см	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	M_{max} , Н·см	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	Δt^* , °С	Средний уровень звука, дБ	Класс вибрации	Масса, кг
1ДВЛВ-1,0-2	1	2200	9	0,16	0,37	0,58	1,3	45	36	2,8	0,35
1ДВЛВ-1,6-2	1,6	2100	10	0,34	0,44	1,09	1,39	70	36	2,8	0,35
1ДВЛВ-2,5-2	2,5	2200	12	0,55	0,47	1,52	1,3	100	37	2,8	0,4
1ДВЛВ-4,0-2	4	2360	15	0,91	0,52	2,27	1,3	105	35	2,8	0,46
2ДВЛВ-2,5-2	2,5	2560	13	0,33	0,33	1,46	1,45	100	35	4,5	0,49
2ДВЛВ-4-2	4	2520	18	0,49	0,3	2,1	1,3	105	32	2,8	0,56
2ДВЛВ-6-2	6	2630	18,5	0,82	0,35	3,5	1,5	—	32	2,8	0,67
2ДВЛВ-10-2	10	2700	20	1,14	0,3	6,4	1,68	120	36	4,5	0,82
3ДКЛВ-4-2, $C_p = 0,5$ мкФ	4	2450	16	0,59	0,35	2,35	1,4	—	35	2,8	0,5
3ДКЛВ-6-2, $C_p = 0,5$ мкФ	6	2650	23	0,84	0,35	0,25	1,35	—	35	4,5	0,6
3ДКЛВ-10-2, $C_p = 1,0$ мкФ	10	2700	30	1,03	0,27	5,7	1,5	—	36	1,8	0,87
3ДКЛВ-16-2, $C_p = 1,5$ мкФ	16	2710	34	1,49	0,25	10,15	1,7	—	38	2,8	1,13
3ДКЛВ-25-2, $C_p = 1,5$ мкФ	25	2600	37	2,57	0,26	11,85	1,2	—	40	2,8	1,13
3ДВЛВ-2,5-4	2,5	1220	10	1,33	0,63	3,16	1,5	102	35	2,8	0,52
3ДВЛВ-4-4	4	1250	14	1,98	0,6	4,9	1,5	107	34	1,8	0,64
3ДВЛВ-6-4	6	1220	16	2,53	0,5	6,8	1,35	121	32	1	0,75
3ДВЛВ-10-4	10	1260	19	3,92	0,48	12,1	1,48	133	34	1,8	1
3ДВЛВ-16-4	16	1290	23,5	5,73	0,45	17,85	1,4	132	36	1,8	1,48

* Превышения температуры указаны для двигателей без вентилятора.

Примечание. Значения емкости рабочего конденсатора приведены ниже:

Тип двигателя	C_p , мкФ
3ДКЛВ-4-2, 3ДКЛВ-6-2	0,5
3ДКЛВ-10-2	1
3ДКЛВ-10-2, 3ДКЛВ-25-2	1,5

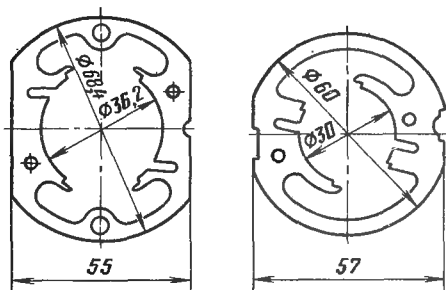


Рис. 28.5. Статорные листы двигателей серии ДВ 1-го и 2-го габаритов

листьях от четырехполюсных двигателей (рис. 28.6).

Четырехполюсные двигатели изготовляются на одном статорном листе в четырех исполнениях: 3ДВЛВ — односкоростные; 3ДВ2ЛВ — двухскоростные; 3ДВ3ЛВ — трехскоростные; 3ДВ3ЛВР — трехскоростные редукторные. Изменение частоты вращения обеспечивается включением разного числа витков обмотки статора. В двигателе 3ДВ3ЛВР предусмотрен специальный щит, в котором монтируется двухзвенный червячный редуктор.

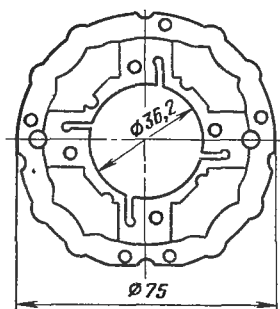


Рис. 28.6. Статорные листы конденсаторных двигателей серии ДК и двигателей серии ДВ с экранированными полюсами 3-го габарита

Статор четырехполюсных двигателей состоит из двух отдельных узлов: ярма и полюсной крестовины. После установки на полюсах крестовины катушек обмотки крестовина запрессовывается в ярмо.

В табл. 28.12 приведены технические данные двигателей для микроклимата, выпускаемых предприятиями Минэлектротехпрема СССР.

В воздухоувлажнителях, воздухоочистителях, сушилках для рук применяются явнополюсные конденсаторные двигатели ти-

Таблица 28.12. Технические данные асинхронных двигателей для приборов микроклимата

Тип двигателя	Высота оси вращения, мм	$U_{ном}$, В	$P_{2ном}$, Вт	f , Гц	$n_{ном}$, об/мин	КПД, %	Масса, кг	Емкость конденсатора, мкФ	Применение
АДР-6-4/40Е	40	220	6	50	1300	15	0,93	—	Вентилятор настольный
АДР-10-4/45	45	220	10	50	1300	19	1,15	—	То же
ДВ-2	36	127, 220	6	50	1200				
АД-4-2/36А	36		4	50	2400	13	0,56	—	Вентилятор
АД-6-2/36А	36	220	6	50	2400	14,5	0,68	—	»
2АД-10/16-2/45А	45	220	10/16	50	2550/2450	17	1,28	—	Двухскоростной воздухоочиститель
ДКВ-4-2*	28	220	4,0	50	2450	19	0,55	0,5	Диaproектор и др.
ДКВ-10-2**	32	220	10	50	3000	20	1,2	2	Сушилка для рук, воздухоочистители, термокопировальные аппараты

* Емкость конденсатора 0,5 мкФ.

** То же 2 мкФ.

нем — вспомогательная. Это позволяет при тех же мощности и частоте вращения уменьшить диаметр магнитопровода и получить значительную экономию электротехнической стали и обмоточной меди за счет укорочения лобовых частей главной и вспомогательной обмоток.

28.2.7. Асинхронные двигатели для приборов личной гигиены и приготовления пищи

Для приборов личной гигиены выпускаются двигатели, основные технические данные которых приведены в табл. 28.15. Для тепловентиляторов, увлажнителей воздуха применяются двигатели АД-4-2/36А и АД-6-2/36А, параметры которых были приведены в табл. 28.12.

В табл. 28.15 также указаны технические данные асинхронных конденсаторных двигателей, применяемых в приборах приготовления пищи и двигателей для посудомоечных, гладильных машин и диапроекторов.

Для привода сушилок для рук разработаны новые редукторные однофазные асинхронные двигатели типа ДАОР60-1,6 с короткозамкнутым ротором. Двигатели имеют безредукторную модификацию ДАО60-2,9-3.

Номинальные значения климатических факторов — по ГОСТ 15543-70 и ГОСТ

15150-69, при этом рабочий диапазон температуры окружающей среды — от -20 до $+45^{\circ}\text{C}$, для двигателей без редуктора — до $+60^{\circ}\text{C}$.

Двигатели питаются от однофазной сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220 В. Допустимые значения отклонения напряжения питания от номинального значения — от -15 до $+10\%$. Напряжение запуска 100 В.

Мощность двигателей с редуктором 1,6 Вт, без редуктора 2,9 Вт. Номинальные частоты вращения двигателей без редуктора 2650 об/мин, с редукторами 5, 10, 15, 20, 25, 30, 42, 51 об/мин. Средний срок службы 2000 ч без проведения регламентных работ, вероятность безотказной работы — не менее 0,9 при 500 ч наработки в номинальном режиме.

Технические данные двигателей

Потребляемая мощность, Вт	22(19,4)
КПД, %	7,5(15)
$\cos \varphi$	0,4(0,4)
Отношение максимального момента к номинальному	1,45(1,45)
Отношение пускового момента к номинальному	1,2(1,2)
Отношение пускового тока к номинальному	1,3(1,25)
Масса, кг	1,1(0,66)

Примечание. В скобках указаны данные двигателей без редуктора.

Таблица 28.15. Технические данные асинхронных двигателей для приборов личной гигиены, приготовления пищи и домашнего обихода

Тип двигателя	Высота оси вращения, мм	$U_{\text{ном}}$, В	$P_{2\text{ном}}$, Вт	f , Гц	n , об/мин	КПД, %	Масса, кг	Емкость конденсатора, мкФ	Примечания
ДКВ-2,5-2	28	220	2,5	50	3000	—	—	4,8	Фены
АД-2,5/2-36А	36	220	2,5	50	2400	10	0,47	5,1	»
АД-10-2/45А	45	220	10	50	—	16	1,06	8	Массажеры
КД-60-2/45Р	45	220	60	50	2750	52	2,25	3,3	Овошечинковки, соковыжималки и др.
КД-25-4/45Р	45	220	25	50	1370	33	1,95	2,2	
ДКВ-1,6-2	28	220	1,6	50	2300	12	0,38	0,5	Электромороженицы
КД-90-2/56Р	56	220	90	50	2700	40	2,6	15	Посудомоечные машины
КД-180-2/56Р	56	220	180	50	2700	52	3,68	22	То же
КД-120-2/56Р	56	220	120	50	2700	46	3	15	Соковыжималки
КД-120-4/56Р	56	220	120	50	1350	50	3,85	6; 8; 15	»
КД-90-4/56Р	56	220	90	50	1380	45	3,2	6; 15	Бельегладильные машины
КД-40-2/45Р	45	220	40	50	3000	49	1,98	2,2	То же
КД-60-2/45Р	45	220	60	50	3000	52	2,25	3,3	» »
ДАО-60-2,5-3	—	—	25	50	3000	—	—	—	Диапроекторы
ДАО-60-4-3	—	—	4	50	3000	—	—	—	»

Двигатели рассчитаны на следующие режимы работ: продолжительный S1, повторно-кратковременный с частыми пусками S4 с ПВ = 40 %, с числом пусков в час не более 720; повторно-кратковременный с частыми пусками S4 с ПВ = 80 %, с числом пусков 90 в час (только для двигателей без редуктора). Конструктивно двигатели выполнены с двумя выходными концами валов, что дает возможность насаживать на двигатели дополнительное тормозное устройство. Степень защиты двигателей — IPX0, степень защиты выводов подключения — IP20 по ГОСТ 17494-72, рабочее положение в пространстве — произвольное, направление вращения — правое или левое.

По способу монтажа двигатели имеют конструктивное исполнение IM3081 по ГОСТ 2479-79, способ охлаждения — IC00 по ГОСТ 20459-75. Статор двигателя состоит из двух сердечников, набранных из листов электротехнической стали, и катушки возбуждения. Сердечники крепятся заклепками, на сердечнике имеются два короткозамкнутых медных витка. Катушка возбуждения наматывается проводом марки ПЭТВ на каркас, изготовляемый из литевого полиамида марки 610. Короткозамкнутый ротор двигателя собран из листов электротехнической стали, сердечник заливается литьем под давлением алюминием марки А5 и насаживается на вал. Ротор балансируется в двух плоскостях. Подшипниковые щиты выполнены литьем под давлением из алюминиевого сплава АЛ9.

28.2.8. Асинхронные конденсаторные двигатели серии АВЕ

Серия охватывает однофазные двигатели мощностью 18—400 Вт при $2p = 2$ и мощностью 10—280 Вт при $2p = 4$ (табл. 28.16). Машины этой серии — встроенные, с внешними диаметрами сердечника статора 70, 84, 102 и 120 мм при двух длинах для каждого диаметра. По способу монтажа двигатели выполняются с фланцем со стороны выступающего конца вала (IM3601) и на амортизационной подвеске с крепительными лапами (IM1001). В последнем случае двигатель при помощи резиновых опорных колец опирается на опорную скобу, имеющую крепительную лапу. Скоба выштампована из листовой стали и имеет по краям полукруглые жога, в которых устанавливаются резиновые амортизационные кольца. Сверху эти кольца стягиваются специальными хомутами и фиксируют двигатель в заданном положении. Таким образом, двигатель подвешивается на амортизацион-

ных опорах, расположенных в непосредственной близости к основному источнику вибрации и шума — подшипниковому узлу. Конструкция двигателей АВЕ представлена на рис. 28.8. Исполнение двигателей — защищенное с самовентиляцией. Рабочее положение вала — произвольное. Двигатель не имеет специального корпуса: сердечник статора заливается алюминием так, что образуются нажимные кольца и стягивающие их четыре стержня. На кольцах с обоих торцов протачиваются цилиндрические поверхности для установки щитов.

Двигатели могут быть изготовлены с подшипниками качения или скольжения. Схема включения двигателя — по рис. 28.1, а. Обмотка статора — двухслойная с укорочением шага. Листы ротора собирают в пакет, который заливают под давлением. В пакет запрессовывают ступенчатый вал с накаткой. Наружная поверхность вала и посадочные шейки вала обрабатываются за одну установку. Радиальное биение наружной поверхности ротора относительно шлифованных шеек вала — не более 0,03 мм. Подшипниковые щиты изготовлены литьем под давлением из алюминиевого сплава. В них предусмотрена цилиндрическая заточка для посадки на заточку статора. В торцевой части двигателя предусмотрены бобышки для амортизационного крепления. В щите со стороны выходного конца вала просверлены четыре отверстия для фланцевого крепления. На наружной торцевой поверхности щита расположены радиальные ребра жесткости, четыре вентиляционных скна и отверстие для выводов концов обмотки статора. Концы обмотки выводятся свободно через резиновую уплотняющую втулку. На боковой поверхности щитов расположены вентиляционные окна. Вентиляция — радиальная центробежного типа. Лопатки вентилятора отлиты вместе с клеткой ротора.

На рис. 28.9 приведены габаритные и установочные размеры двигателей АВЕ 04-го габарита.

28.2.9. Серия асинхронных конденсаторных двигателей КД

Для широкого ассортимента бытовых приборов разработана серия конденсаторных двигателей мощностью от 0,6 до 180 Вт в двухполюсном и от 6 до 180 Вт — в четырехполюсном исполнениях. Основные технические данные двигателей с распределенной обмоткой статора приведены в табл. 28.17. По своим данным двигателями

Таблица 28.16. Технические данные асинхронных однофазных конденсаторных двигателей серии АВЕ (напряжение питания 220 В)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$I_{\text{ном}}$, А	$\cos \varphi$	КПД, %	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	Момент инерции ротора, кг·см ²	Емкость конденсатора, мкФ	Масса, кг
Двухполюсные											
ABE-041-2	18	2700	0,23	0,9	40	2,5	1,5	0,5	0,31	0,75	1,5
ABE-042-2	30	2700	0,28	0,9	50	3	1,5	0,5	0,42	1,25	1,9
ABE-051-2	50	2700	0,43	0,9	55	3	1,7	0,45	0,9	3	2,6
ABE-052-2	80	2700	0,66	0,95	58	3,5	1,7	0,45	1,2	4	2,9
ABE-061-2	120	2700	0,845	0,95	66	3,5	1,7	0,45	2,1	6	4,4
ABE-062-2	180	2700	1,27	0,95	68	3,5	1,8	0,45	2,75	6	5,3
ABE-071-2	270	2800	1,85	0,95	70	4,5	1,8	0,45	7,75	6	6,9
ABE-072-2	400	2800	2,66	0,95	72	4,5	1,8	0,45	9,5	8	8,4

Четырехполюсные											
ABE-041-4	10	1300	0,158	0,9	30	2,5	1,5	0,5	0,31	1,0	1,5
ABE-042-4	18	1300	0,223	0,9	40	2,5	1,5	0,5	0,4	1,0	1,9
ABE-051-4	30	1350	0,37	0,86	41	2,5	1,5	0,5	0,9	1,5	2,6
ABE-052-4	50	1350	0,51	0,95	50	2,5	1,5	0,5	1,2	2,5	2,9
ABE-061-4	80	1350	0,63	0,95	56	3	1,7	0,5	3,4	3	4,4
ABE-062-4	120	1350	0,93	0,95	60	3	1,7	0,5	4,6	4	5,3
ABE-071-4	180	1350	1,35	0,95	63	3,5	1,8	0,5	14,2	5	6,9
ABE-072-4	270	1350	2,0	0,95	63	3,5	1,8	0,5	18	6	8,4

серии КД соответствуют отечественным стандартам и рекомендациям по стандартизации СЭВ СТ80-75.

На рис. 28.10 показана конструкция двигателя КД-6-4, предназначенного для привода звукозаписывающей аппаратуры быто-

вого назначения. Двигатель — открытого исполнения с самовентиляцией. Сердечники статора и ротора выполнены в виде пакетов, набранных из листов электротехнической стали 2011 и 2013. Крепление сердечника осуществляется заклепками. Обмотка стато-

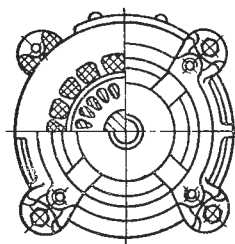
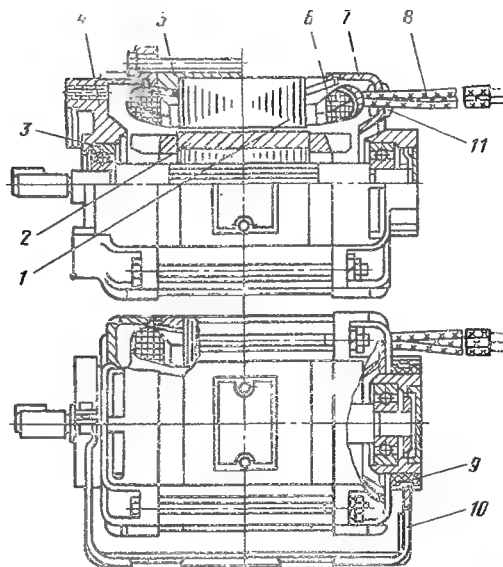


Рис. 28.8. Общий вид двигателей АВЕ: 1 — статор; 2 — ротор; 3 — подшипник; 4 — подшипниковый щит со стороны свободного конца вала; 5 — нажимное кольцо; 6 — обмотка статора; 7 — подшипниковый щит; 8 — выводные концы; 9 — амортизационное кольцо; 10 — крепительная лапа; 11 — резиновая втулка

Таблица 28.17. Технические данные асинхронных конденсаторных двигателей серии КД, $f = 50$ Гц

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$U_{\text{ном}}$, В	$I_{\text{ном}}$, А	КПД, %	$\cos\varphi$	$n_{\text{ном}}$, об/мин	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	Емкость конденсатора, мкФ	Δt , °С	Масса, кг	Габаритные размеры, мм	Назначение
КД-2,5-4	2,5	127	0,14	15	0,95	1400	2,07	—	1,26	1	50	0,75	$\varnothing 89 \times 45$	Звукозаписывающая аппаратура
КД-3,5	6	127	0,21	24	0,92	1400	2,3	1,3	0,7	2	55	1	$65 \times 72 \times 76$	
КД-6-4	6	220	0,11	29	0,87	1400	2,04	—	0,9	4	50	1,2	$\varnothing 89 \times 53,5$	
КД-7М	10	127	0,36	24	0,9	1420	2,48	2,2	0,99	4	50	1,6	$84 \times 91 \times 80$	
КПД-6-4	16/46	70/127	0,2/0,4	—	—	—/1350	—	—	0,03/0,12*	4	45/65	2,3	$\varnothing 89 \times 53,5$	Перемотка ленты в аппаратуре звукозаписи
КД-25	25	220	0,27	47	0,9	1350	1,53	1,9	0,66	1,5	65	2,4	$90 \times 92 \times 102$	Ленточный перфоратор, пишущая машинка
КДР**	25	220	0,29	40	0,96	2750	2,04	2,24	0,79	2	65	1,1	$65 \times 65 \times 83$	Сушилка для рук
КД-30**	50	127/220	0,7/0,4	55	0,93	2800	1,66	3,3	0,63	2	55	2,4	$86 \times 90 \times 105$	Контрольно-кассовые аппараты
КД-50**	50	220	0,37	60	0,95	2750	1,45	2,4	0,45	3,5	55	2,4	$92 \times 92 \times 102$	Привод осциллографа, кухонный вентилятор
КД-50С	50	220	0,75	46	0,79	2750	1,7	1,4	1	8	60	2,2	$90 \times 92 \times 102$	Вычислительная аппаратура
КД-16-2/40Р	16	220	0,26	34	0,8	2800	1,7	3	0,6	12/1	75	1,3	$74 \times 74 \times 83$	Бытовые приборы
КД-25-2/40Р	25	220	0,35	37	0,8	2800	1,7	3	0,64	10/2,2	75	1,4	$74 \times 74 \times 88$	
КД-6-4/40Р	6	220	0,2	16	0,9	1350	1,7	2	1	3,3/1	75	1	$74 \times 74 \times 78$	
КД-10-4/40Р	10	220	0,27	18	0,9	1350	1,7	2	0,8	10/1,5	75	1,3	$74 \times 74 \times 83$	
КД-16-4/40Р	16	220	0,32	24	0,82	1350	1,7	2	0,8	12/2,2	75	1,8	$74 \times 74 \times 98$	
КД-40-2/45Р	40	220	0,41	49	0,89	2770	1,75	3,5	0,65	12/2	75	1,95	$86 \times 86 \times 94$	
КД-60-2/45Р	60	220	0,57	52	0,9	2770	1,75	3,5	0,65	18/4	75	2,25	$86 \times 86 \times 99$	
КД-25-4/45Р	25	220	0,38	35	0,8	1390	1,75	3	0,65	18/2	75	1,95	$86 \times 86 \times 94$	
КД-40-4/45Р	40	220	0,52	40	0,8	1390	1,75	3	0,6	27/4	75	2,65	$86 \times 86 \times 109$	

* Пусковой момент, Н·м.

** Предусмотрено тропическое исполнение: КД-30Т, КД-50Т, КДРТ.

Примечания: 1. Режим работы двигателей КД-30, КД-50, КД-50С — повторно-кратковременный S3 (ПВ = 25%), двигателя КДП-6-4 — перемежающийся S6, двигателей остальных типов — продолжительный S1.

2. Для двигателя КД-6-4 в числителе приведены данные в режиме подмотки (60 мин), в знаменателе — в режиме перемотки (5 мин).

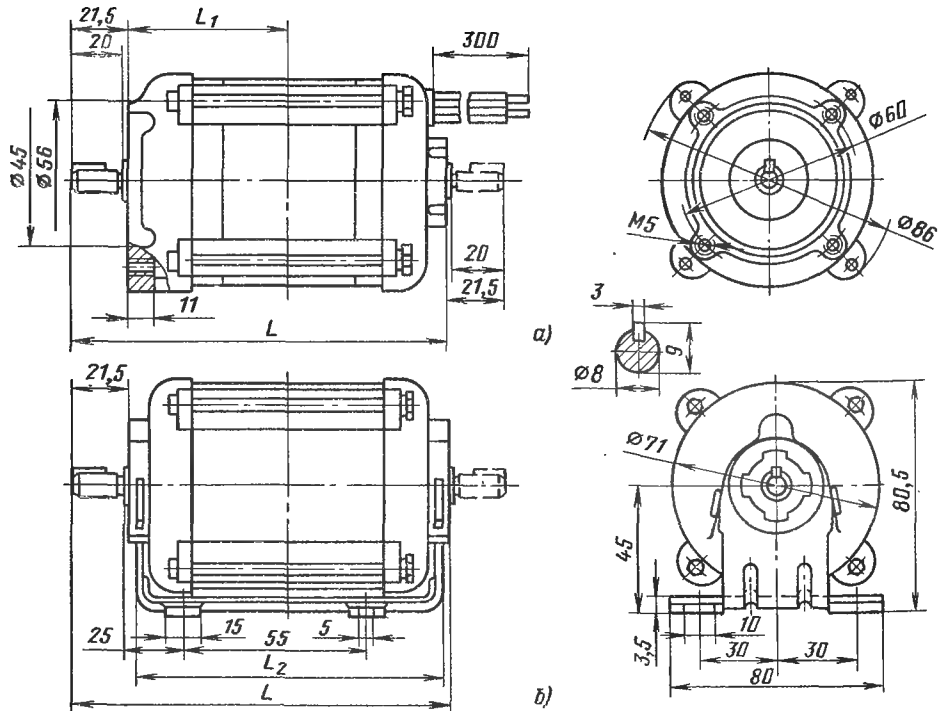


Рис. 28.9. Габаритные и установочные размеры двигателей АВЕ 04-го габарита:
а — с фланцевым креплением; б — на лапах. Габаритные размеры, мм, приведены в таблице:

Типоразмер	L	L_1	L_2
041	125	52	98
042	135	57	108

A-A

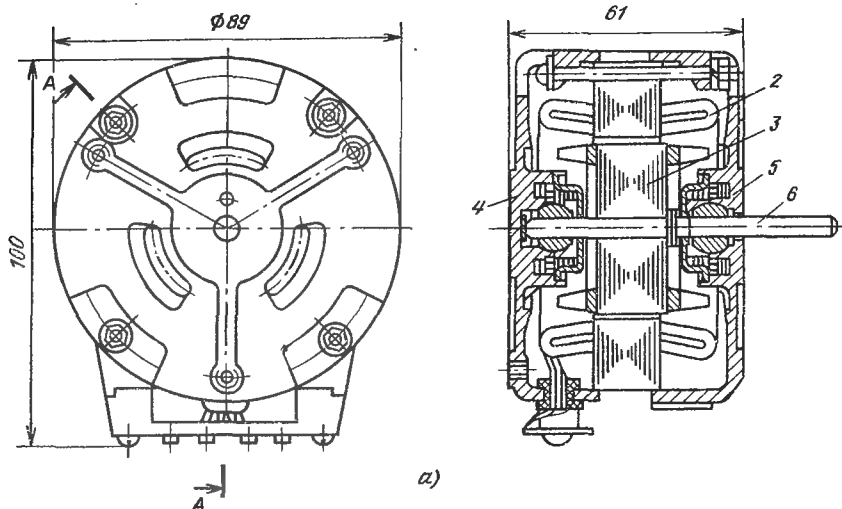


Рис. 28.10. Асинхронный конденсаторный двигатель КД-6-4 с фиксацией подшипникового щита:

а — замком; б — с помощью бобышек; 1 — сердечник статора; 2 — обмотка статора; 3 — ротор; 4, 5 — подшипниковые щиты; 6 — вал; 7 — бобышки

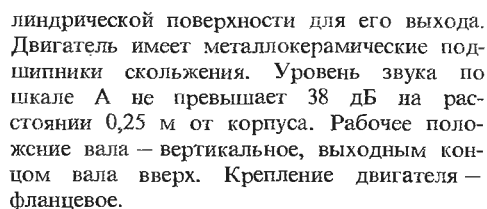


Таблица 28.18. Технические данные двухполюсных конденсаторных двигателей серии КД...П

Параметр	КД-0,6-2/32П	КД-1,2-2/32П	КД-1,6-2/32П	КД-2,5-2/40П	КД-4-2/40П	КД-6-2/40П	КД-10-2/40П
Номинальная мощность, Вт	0,6	1,0	1,6	2,5	4	6	10
Номинальная частота вращения, об/мин	2480	2670	2670	2550	2680	2640	2710
Номинальный ток, А	0,042	0,063	0,09	0,10	0,127	0,2	0,24
Коэффициент полезного действия, %	7,5	8,3	11	13	18	22	25
Коэффициент мощности	0,91	0,89	0,85	0,82	0,80	0,8	0,8
Частота вращения при нагрузке на валу $0,2M_{ном}$, об/мин	2750	2860	2850	2780	2850	2850	2860
Отношение максимального вращающего момента к номинальному	1,8	2,2	1,8	1,83	2,3	2	2,1
Отношение начального пускового момента к номинальному	1,0	1,3	1	1	1	0,72	0,72
Средний уровень звука, дБ (по шкале А)	26	28	28	34	34	35	35
Магнитные наводки, А/с	9	10	14	14	15	15	15
Вибрационная скорость, мм/с	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1
Масса, кг	0,35	0,44	0,5	0,5	0,69	0,87	1,23

Имеется также конструкция двигателя КД-6-4, в которой щиты фиксируются с помощью бобышек 7 (рис. 28.10, б), калибруемых по второму классу точности. Бобышки входят в выштампованные в листах статора отверстия. Конфигурация листов статора в этом случае прямоугольная.

Для привода приборов, воспроизводящих или записывающих звук, были разработаны явнополюсные и конденсаторные двигатели серии КД...П с числом полюсов $2p = 2$. К двигателям предъявляются высокие требования по жесткости механической характеристики, уровню шума, вибрациям, магнитным помехам-наводкам. По этим характеристикам двигатели КД...П соответствуют ГОСТ 14191-72. В табл. 28.18 приведены основные технические данные двигателей КД...П.

Двигатели типа КД...П по конструкции подобны явнополюсным конденсаторным двигателям ДКВ, т. е. имеют явнополюсный статор из ярма и крестовины с обмотками, намотанными на пластмассовые каркасы, и

обычный короткозамкнутый ротор. Подшипниковые щиты имеют два исполнения: внутреннее с фиксацией специальными литыми выступами в пазах крестовины и внешнее. Последние позволяют выполнить установочно-присоединительные размеры по ГОСТ 12126-71 для фланцевого исполнения. Внутренние щиты дают возможность на 10–15 мм укоротить двигатель. Семь двигателей отрезка КД...П построены на двух статорных и роторных листах. В конструкции применены унифицированные подшипниковые узлы скольжения с подшипниками из металлокерамики типа БГр-4.

В табл. 28.19 приведены технические данные четырехполюсных двигателей большой мощности серии КД. Двигатели спроектированы с учетом машинной намотки распределенной обмотки статора без механической обработки пакета статора и подшипниковых щитов. Использован унифицированный подшипниковый узел. На рис. 28.11 даны габаритные и установочные размеры двигателя КД120-4/56РМ6.

Таблица 28.19. Технические данные четырехполусных двигателей серии КД...4

Параметр	Типоисполнение				
	КД60-4/56Р	КД90-4/56Р	КД120-4/56РМ6	КД120-4/56РМ	КД120-4/56Р
Номинальное напряжение, В	220	220	220	220	220
Номинальная мощность, Вт	60	90	120	120	120
Частота тока, Гц	50	50	50	50	50
Номинальная частота вращения, об/мин	1360 ± 27	1380 ± 27	1380 ± 27	1380 ± 27	1380 ± 27
Номинальный ток, А	0,77	0,97	1,15	1,15	1,45
Коэффициент полезного действия, %	40	45	50	50	48
Коэффициент мощности	0,85	0,92 (0,87)	0,76	0,76	0,76
Отношение максимального вращающего момента к номинальному	1,75	1,75	1,70	1,75	1,75
Отношение начального пускового вращающего момента к номинальному	0,65	0,65	0,55	0,60	0,58
Отношение начального пускового тока к номинальному	2,2	2,3 (2,5)	2,8	2,5	2,6
Отношение минимального вращающего момента к номинальному	0,6	0,6	0,5	0,55	0,55
Емкость конденсатора, мкФ	4 (10)	6 (15)	6	8	15
Номинальное рабочее напряжение переменного тока конденсатора, В	500 (250)	500 (250)	500	500	250
Масса двигателей, кг, исполнений:					
IM3681, IM3781, IM9401	2,6	3,2	3,85	3,85	3,85
IM3682, IM3782, IM9402	2,7	3,3	3,95	3,95	3,95

Примечание. В зависимости от емкости конденсатора в двигателях КД60, КД90 изменяются $\cos \varphi$ и отношение $I_n/I_{ном}$

28.2.10. Унифицированные серии асинхронных бесконденсаторных двигателей

В табл. 28.20, 28.21 приведены основные технические данные серии бесконденсаторных двигателей типа АД...А двухполусного исполнения и АД...Е четырехполусного исполнения. Двигатели рассчитаны для привода самых разнообразных приборов, в связи с этим они выпускаются в двух исполнениях: с наружным вентилятором для самоохладжения и без него. Двигатели АД...Е мощностью 6 и 10 Вт имеют исполнение АДР...Е для работы с разворотным редуктором вентилятора.

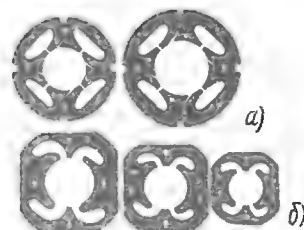


Рис. 28.12. Статорные листы двухполусных двигателей АД...А с асимметричным магнитопроводом (а) и четырехполусных асинхронных двигателей АД...Е с экранированными полюсами (б)

Таблица 28.20. Технические данные серии бесконденсаторных явнополусных двигателей отрезка АД...А с асимметричным магнитопроводом статора ($U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$, $f = 50 \text{ Гц}$, $2p = 2$)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	КПД, %	$M_{\text{п}}$, Н·см	M_{max} , Н·см	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	Δt , °С	Уровень звука (по шкале А), дБ	Вибрационная скорость, мм/с	Масса, кг
АД-0,6-2/32А1В	0,6	2340	65	0,17	0,62	0,416	1,55	75	24	2,8	0,28
АД-1,0-3/32А1В	1	2570	8,2	0,20	0,72	0,533	1,89	75	23	2,8	0,31
АД-1,6-2/32А1В	1,6	2620	9,7	0,38	1,29	0,647	2,16	75	26	2,8	0,35
АД-2,5-2/36А	2,5	2530	13	0,45	1,42	0,46	1,48	75	26	2,8	0,47
АД-2,5-2/36А2	2,5	2530	13	0,45	1,42	0,46	1,48	75	26	2,8	0,47
АД-4-2/36А	4	2570	15	0,82	2,40	0,54	1,59	75	32	2,8	0,56
АД-4-2/36А2	4	2570	15	0,82	2,40	0,54	1,59	75	32	2,8	0,56
АД-6-2/36А	6	2660	16	1,47	4,05	0,67	1,84	75	26	2,8	0,68
АД-6-2/36А2	6	2660	16	1,47	4,05	0,67	1,84	75	26	2,8	0,68
АД-10-2/45А1	10	2560	17	1,98	6,10	0,52	1,60	75	37	2,8	1,06
АД-10-2/45А2	10	2560	17	1,98	6,10	0,52	1,60	75	37	2,8	1,06
АД-16-2/45А1В	16	2530	19	2,95	8,75	0,48	1,42	75	36	2,8	1,32
АД-25-2/45А1В	25	2500	19,5	5,45	13,60	0,56	1,4	75	39	2,8	1,61

Таблица 28.21. Технические данные серии бесконденсаторных явнополусных двигателей отрезка АД...Е с экранированными полюсами статора ($U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$, $f = 50 \text{ Гц}$, $2p = 4$)

Тип двигателя	$P_{2\text{ном}}$, Вт	$n_{\text{ном}}$, об/мин	КПД, %	$M_{\text{п}}$, Н·см	M_{max} , Н·см	$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ном}}}$	Δt , °С (с вентилятором)	Δt , °С (без вентилятора)	Средний уровень звука (по шкале А), дБ	Класс вибрации	Масса, кг
АД-2,5-4/40Е1	2,5	1280	11	0,8	3,05	1,5	40	88	25	2,8	0,58
АД-4-4/40Е1	4	1320	13	0,78	4,54	1,6	50	106	25	2,8	0,69
АД-6-4/40Е1	6	1310	15	0,8	6,86	1,46	68	125	25	2,8	0,85
АДР-6-4/40Е2	6	1310	15	0,8	6,86	1,46	68	125	26	2,8	0,89
АД-10-4/45Е1	10	1330	20	0,55	9,04	1,4	46	105	26	2,8	1,08
АДР-10-4/45Е2	10	1330	20	0,55	9,04	1,4	46	105	26	2,8	1,12
АД-16-4/45Е1	16	1330	22	0,65	15,8	1,5	61	134	28	2,8	1,42
АД-25-4/45Е1	25	1330	24	0,65	28,2	1,4	71	135	28	2,8	2,5
АД-2,5-4/40Е1В	2,5	1280	11	0,8	3,05	1,5	40	—	25	2,8	0,57
АД-4-4/40Е1В	4	1320	13	0,78	4,54	1,6	50	—	25	2,8	0,70
АД-6-4/40Е1В	6	1310	15	0,8	6,86	1,46	68	—	25	2,8	0,86
АД-10-4/45Е1В	10	1330	20	0,55	9,04	1,4	46	—	26	2,8	1,09
АД-16-4/45Е1В	16	1330	22	0,65	15,8	1,5	61	—	28	2,8	1,43
АД-25-4/45Е1В	25	1330	24	0,65	28,2	1,4	71	—	28	2,8	2,51

Двухполусные двигатели выполнены с асимметричным магнитопроводом статора (рис. 28.12). Четырехполусные двигатели имеют статор с явно выраженными экранированными полюсами.

Двигатели АД...А и АД...Е построены на унифицированных подшипниковых узлах скольжения с диаметром вала 4,5 и 7 мм. Подшипники — металлокерамические из композиции ЖГр1. Валы — гладкие с цилиндрическим выступающим концом. Щиты со статором соединены по необработанным

поверхностям выступами, отлитыми на щитах.

Разработаны модификации двухскоростных двигателей типа 2АД...А (см. табл. 28.12), предназначенные для бытовых надплитных воздухоочистителей. Вторая, более низкая частота вращения (II режим) достигается за счет дополнительной обмотки, соединенной последовательно с основной обмоткой возбуждения, обеспечивающей первую частоту вращения (I режим).

Таблица 28.22. Технические требования к асинхронным двигателям для бытовых приборов

Тип двигателя	Средний уровень звука (по шкале А), дБ	Эффективная вибрационная скорость, мм/с	Номинальный режим работы (ПВ, %)	Длительность цикла, с	Условия эксплуатации			Класс изоляции	Степень защиты	Исполнение
					Температура окружающего воздуха, °С	Относительная влажность воздуха/температура, %/°С	Климатическое исполнение, категория размещения			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
КД-180-4/56Р	50	2,8	S3 (60)	15	1-40	98/35	УХЛ4, О4	В	IP10	IM3681, IM9401, IM3682, IM9402
ДХМ-3	—	—	S1	—	1-35 1-45	—	УХЛ4, О4	А	—	—
ДХМ-5	—	—	S1	—	1-45	—	УХЛ4, О4	А	—	—
ABE-07-С	—	2,8	S3 (60)	10	1-45	98/35	У4, Т4	Е	IP11	IM9501, IM3681, IM4381
ДАСМ-1	I	7,1	S1	15	1-40	90/20	У5, Т5	—	IP10	—
ДАСМ-2	II	7,1	S3 (80)	15	1-40 1-55	80/25 90/35	УХЛ4, О4	—	IP10	IM9501
КД120-2ЭТ	I	7,1	S3 (60)	360	1-40	80/25	У4	Е	IP10	—
КД120-2	I	4,5	S3 (60)	360	1-40	80/25	УХЛ4	Е	IP10	—
ДАОН-30	60	2,8	S3 (40)	420	1-55 1-55	85/25 98/35	УХЛ4, О4	В	IP00	—
ДАО150-180-1,5	58	2,8	S3 (60)	15	1-40 1-55	80/25 90/35	УХЛ4, О4	Е	IP10	IM9401
ДЦСМ-3Б	I	7,1	S3 (60)	360	1-40	80/25	УХЛ4, О4	Е	IP10	—
АЕП16УХЛ4	66	4,5	S3 (60)	15	1-35	80/25	УХЛ4	Е	IP00	IM9501
АД180-4/71С	II	2,8	S3 (60)	15	1-40 1-55	80/25 90/35	УХЛ4, О4	—	IP10	IM3681
ЭНСМ-1	60	2,8; 4,5	S3 (40)	420	1-40 1-55	80/25 98/35	УХЛ4, О4	Е	—	—
ABE-071-4С	—	2,8	S3 (60)	600	1-45	98/45	У4, Т4	Е	—	—
ABE-07-С	—	2,8	S3 (60)	600	1-45	98/35	У4, Т4	Е	IP11	IM9501, IM3681, IM4381

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ДАВ-071-4С	II	2,8	S3 (60)	15	1—40 1—55	80/25 98/35	УХЛ4, О4	—	IP10	IM3681
КД180-4/56P	50	2,8	S3 (60)	15	1—40 1—55	80/25 98/35	УХЛ4, О4	В	IP10	IM3681, IM3682, IM9401
КД120-4/56P	50	2,8	S3 (60)	15	1—40	80/25	УХЛ4, О4	В	IP10	IM3681, IM3682, IM3781, IM3782, IM9401, IM9402
КДП-6-4	35	1,8	S1	—	1—55	98/25	У4, Т4	—	IP00	—
КД-2,5-4	32	2,8	S1	—	1—55	98/25	У4, Т4	—	IP00	—
КД-10-2/40П	48	2,8	S1	—	1—55	98/25	УХЛ4, О4	Е	IP00	—
КД-6-4УХЛ4	32	1,8	—	—	10—55	65/20 80/27	УХЛ4, О4	—	—	—
ДАУ90-2,5-1,5	—	—	S1	—	15—50	93/25	УХЛ4, Т4	Е	IP00	—
ДАУ52-0,25-0,8	30	—	S1	—	1—50	98/25	УХЛ4, Т4	—	IP10	—
ДА-6-4/45MB	32	0,45	—	—	10—55	65/20 80/27	УХЛ4, О4	—	IP00	—
ДАП-6-4/45MB1	32	1,8	S1	—	55	—	УХЛ4, О4	—	—	—
АДТ-1,6/10-2У4	—	—	S1	—	40	—	У4	А	IP00	—
ЭДГ-4, ЭДГ-4С, КД1-2	—	—	S1	—	10—55	93/25	У4	А	IP00	—
ДКВ-2,5-2/2	35	2,8	S1	—	1—40 1—55	80/25 98/35	УХЛ4, О4	Е	IP00	IM9081
ДКВ-4-2	—	—	S1	—	—20 ÷ ÷ +40	80/25	—	—	—	IM9001, IM9011, IM9131
АД-10-2/45А	37	2,8	S1	—	1—40 1—55	80/25 98/35	УХЛ4, О4	Е	IP00	—
КД-60-2/45P	37	1,8	S1	—	1—40 1—55	80/25 98/35	УХЛ4, О4	Е	IP10	IM3681, IM3682

Примечание. В таблице указан средний уровень звука, дБ, или класс допустимого уровня по ГОСТ 16264-85.

Таблица 28.23. Источники информации об асинхронных двигателях для бытовой техники

Назначение	Тип двигателя	Номер каталога	Технические условия
Для герметичных компрессоров бытовых холодильников	АГКП2-0,25	01.22.25-78	ТУ 16-513.164-75
	КД 180-4/56Р	01.87.11-85	ТУ 16-513.438-80
	ДХМ-2	—	ТУ 16-513.364-79
	ДХМ-3, ДХМ-5	01.87.17-83	ТУ 16-513.361-79
	ДАО-146-250	01.81.06-84	ТУ 16-513.522-83
	ДГ-0,2М	01.87.38-84	ТУ 16-513.049-78
	ЭД-23	—	ТУ 27-04-14-74
	ЭДП-24	—	ТУ 27-56-898-81
	АВЕ-07-С	01.22.52.76	ТУ 16-513.028-73
	АВЕ-071-4С	—	ТУ 16-513.028-78
Для стиральных машин	ДАСМ-1	01.22.85-78	ТУ 16-513.301-76
	ДАСМ-2	01.87.23-83	ТУ 16-513.267-77
	КД120-2ЭТ	01.87.05-81	ТУ 16-513.462-78
	КД120-2	01.87.32-84	ТУ 16-513.462-78
	КД120-3	—	ТУ 16-513.462-80
	КД120-4/56Р,	01.87.37-84	ТУ 16-513.438-80
	КД90-4/56Р,	—	—
	КД60-4/56Р	—	—
	ДАО-Ц	—	ТУ 16-513.046-78
	ДАОН-30	ЛК01.87.40-85	—
	ДАО88-16-3	ЛК01.87.41-85	—
	ДАО150-180-1,5	ЛК01.87.12-82	—
	ДЦСМ-3Б	01.87.07-80	ТУ 16-513.368-78
	АЕП16УХЛЧ	01.87.29-84	ТУ 16-513.412-76
	АД180-4/71С	01.87.24-83	ТУ 16-513.423-76
	ЭНСМ-1	01.87.26-84	ТУ 16-513.346-77
	ДАВ-071-4С	—	ТУ 16-513.439-77
	ЭДГ-2П	—	ТУ 84-782-79
Для звуковоспроизводящей аппаратуры	ЭДГ-4, ЭДГ-4С,	01.22.53-75	ТУ Тд.0312.004
	КД1-2	—	ТУ-ЛЮ
	КД-2,5-4	01.22.93-78	ТУ 16-513.437-77
	КДП-6-4	01.22.49-78	ТУ 16-513.325-76
	КД-6-4УХЛ4	01.86.06-85	ТУ 16-513.181-76
	КД-10-2/40П	01.86.01-85	ТУ 16-513.455-78
	ДАУ90-2,5-1,5	ЛК01.86.02-80	—
	ДАУ52-0,25-0,8	ЛК01.86.03-80	—
	ДА-6-4/45МВ	01.86.04-83	ТУ 16-513.442-81
	ДАП-6-4/45МВ1	01.86.05-84	ТУ 16-513.454-78
	АКД-4-2	—	ТУ 84-417-82
	АД-5	—	ТУ 16-510.581-75
	АД-Т-1,6/10-2У4	01.22.50-75	ТУ 16-513.317-72
	ДМ-1	—	ТУ 27-20-2286-79
	ДКВ-2,5-2/2	01.22.11-78	ТУ 16-513.158-74
	ДКВ-4-2	01.22.23-73	ТУ 16-513.231-74
	ДКВ-1,6-2/2	—	—
	ДКВ-10-2	—	—
Для приборов микроклимата	АД-2,5-2/36А	01.87.42-85	ТУ 16-513.436-78
	АД-4-2/36А	—	—
	АД-6-2/36А	01.87.25-83	ТУ 16-513.436-78
	2АД-6/10-2/45А	—	ТУ 16-513.435-78
	2АД-6/10-2/45А2	01.87.36-84	ТУ 16-513.435-78
	АДР-6-4/40Е2	01.87.06-85	ТУ 16-513.463-78

Продолжение табл. 28.23

Назначение	Тип двигателя	Номер каталога	Технические условия
Для приборов личной гигиены, приготовления пищи и домашнего обихода	АДР-10-4/45Е2	01.87.10-85	ТУ 16-513.463-78
	ДВ-2	—	ГОСТ 17018-79
	КД-60-2/45Р	01.87.09-85	ТУ 16-513.413-80
	КД-90-2/56Р	—	ТУ 16-521.636-84
	КД-120-2/56Р	—	ТУ 16-521.636-84
	КД-180-2/56Р	—	ТУ 16-521.636-84
	КД-40-2/45Р	01.87.15-82	ТУ 16-513.413-80
	КД-25-4/45Р	—	—
	КД-40-4/45Р	—	—
	АД-10-2/45Р	—	ТУ 16-513.36-78

С учетом большого разнообразия асинхронных двигателей, выпускаемых различными предприятиями для приводов бытовых приборов, а также возможных изменений в обозначениях типов двигателей в табл. 28.22 и 28.23 приводятся справочные данные по этим двигателям.

28.3. Универсальные коллекторные двигатели для бытовых приборов

28.3.1. Особенности коллекторных двигателей для бытовых приборов

Коллекторные двигатели постоянного тока и универсальные коллекторные двигатели по целому ряду свойств выгодно отличаются от асинхронных двигателей: они позволяют получать различные частоты вращения; дают возможность просто, плавно и экономично регулировать частоту вращения в широком диапазоне, имеют сравнительно высокий КПД, большие пусковые моменты. Эти положительные качества способствуют широкому распространению коллекторных двигателей несмотря на наличие у них весьма существенных недостатков, вызываемых наличием щеточно-коллекторного узла, снижающего надежность и требующего дополнительного ухода.

Особенностью коллекторных двигателей является то, что они не имеют дополнительных полюсов и компенсационной обмотки. По конструкции коллекторные двигатели весьма просты, что является несомненным их преимуществом перед рядом других двигателей. Выпускаются они, как правило, двухполюсными.

Коллекторные двигатели постоянного тока для бытовых электроприборов выпускаются с последовательным возбуждением и по

своему устройству, принципу действия и теории не отличаются от двигателей средней и большой мощности. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением осуществляется изменением магнитного потока возбуждения за счет шунтирования обмотки якоря или обмотки полюсов.

Из большого разнообразия коллекторных двигателей переменного тока малой мощности в бытовых электроприборах применяются универсальные коллекторные двигатели. По своему устройству эти двигатели почти не отличаются от коллекторных двигателей переменного тока с последовательным возбуждением. Для сближения характеристик двигателя на постоянном и переменном токе у обмоток возбуждения выполняются дополнительные выводы: при работе на постоянном токе включается вся обмотка возбуждения, а при работе на переменном токе — лишь часть ее. Однако даже при использовании на переменном токе только части витков обмотки возбуждения двигатель может быть универсальным лишь по вращающему моменту, развиваемой мощности и частоте вращения, причем только при номинальной частоте вращения. При всех других частотах вращения механические характеристики двигателя на переменном токе хуже, чем на постоянном.

Ток универсального коллекторного двигателя с уменьшенным числом обмотки возбуждения при его работе от сети переменного тока больше, чем при работе от сети постоянного тока, при той же механической мощности на валу.

Потери в двигателе при переменном токе больше, чем при постоянном токе, так как при переменном токе добавляются еще потери в стали станины и полюсов, а

также потери в меди обмоток вследствие увеличения потребляемого двигателем тока.

Универсальные коллекторные двигатели, так же как и микродвигатели постоянного тока, выполняются, как правило, двухполюсными. Корпус и ярмо обычно совмещаются. Полюсы и ярмо статора штампованы как одно целое из листов электротехнической стали, которые тщательно изолируются. Корпуса в этом случае, если они имеются, выполняются из сплавов алюминия. В двигателях, имеющих бескорпусное исполнение, подшипниковые щиты укрепляются непосредственно на пакете стали статора.

В коллекторных двигателях чаще применяются шариковые подшипники, которые обязательно снабжаются специальными защитными шайбами, уплотнителями, необходимыми для защиты подшипников от угольной пыли, особенно в двигателях с плохой коммутацией, рассчитанных на работу при больших частотах вращения.

Коллекторы двигателей, как правило, имеют пластмассовую основу. Лишь в высокоскоростных двигателях применяются коллекторы, аналогичные коллекторам крупных машин. Иногда для увеличения прочности коллекторы снабжаются армирующими кольцами.

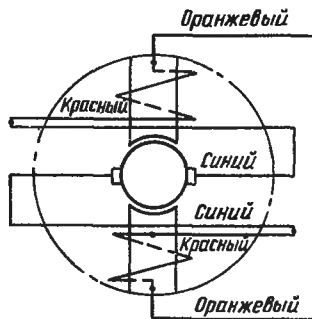


Рис. 28.13. Схема соединения обмоток универсальных коллекторных двигателей серии УВ

127 В переменного и 110 В постоянного тока (с переключением).

Схема соединения обмоток двигателей показана на рис. 28.13.

Мощность двигателей на два напряжения в одном исполнении ниже на 10—20 %, чем у двигателей на одно напряжение.

Исполнение по способу монтажа — с крепительным фланцем на щите, по способу защиты — открытое.

Двигатели выполнены на подшипниках качения с одним свободным концом вала и могут работать как при горизонтальном, так и при вертикальном положении вала. При вертикальном положении подшипники не допускают добавочной осевой нагрузки, так как они рассчитаны только на вес ротора с муфтой.

Двигатели серии УВ, за исключением некоторых модификаций, не снабжаются помехоподавляющими устройствами. Такие устройства должны быть предусмотрены в механизмах, в которых устанавливаются двигатели.

Срок службы двигателей колеблется в пределах 1200—3000 ч.

На базе двигателей основного исполнения разработан ряд модификаций, в частности: двигатели для пылесосов (УВ 041-ПС, УВ 42-ПС, УВ 051-ПС, УВ 052-ПС, УВ 061-ПС, УВ 062-ПС), швейных машин (УВ 041-Ш, УВК 041-Ш), стиральных машин (УВ 051-Ц, УВ 052-Ц), серия моментных двигателей для работы в схемах автоматического привода дистанционных выключателей (УВ 061-1М50, УВ 061-2М50, УВ 061-1М64, УВ 061-2М64), двигатели для счетных аппаратов (УВС 041-СА).

Модификации на базе двигателей серии УВ в зависимости от исполнения, условий охлаждения и частоты вращения в диапазоне от 4500 до 14000 об/мин указаны ниже:

28.3.2. Универсальные коллекторные встраиваемые двигатели серии УВ

Универсальные коллекторные встраиваемые двигатели переменного и постоянного тока служат для привода самых разнообразных механизмов.

Двигатели серии УВ охватывают пять габаритов (по внешнему диаметру пакетов стали статора). Габариты 02 и 03 имеют по одной длине пакета, а габариты 04, 05 и 06 — по две длины. Таким образом, серия УВ базируется на восьми типоразмерах двигателей — 02, 03, 041, 042, 051, 052, 061 и 062.

Двигатели серии УВ разработаны на мощности от 5 до 270 Вт.

Для универсальных электродвигателей предусмотрены частоты вращения 5000 и 8000 об/мин.

Двигатели выполнены на следующие напряжения:

127 и 220 В переменного тока;

127 и 220 В переменного тока (с переключением);

220 В переменного и постоянного тока (с переключением);

Тип электродвигателя	Мощность, Вт
УВ 02	2—18
УВ 03	3—30
УВ 041	5—50
УВ 042	10—80
УВ 051	18—20
УВ 052	30—180
УВ 061	50—280
УВ 062	80—450

Модификации двигателей незначительно отличаются от основного исполнения. Это вызвано конструктивной особенностью аппаратов и приборов, куда встраиваются эти двигатели. Так, двигатели УВ 041-Ш2 выполнены с двумя свободными концами вала. Двигатели УВС 041-СА изготавливаются на подшипниках скольжения и предназначены для работы только при горизонтальном положении вала без аксиальной нагрузки.

В моментных двигателях УВ 061-1М50, УВ 061-2М50, УВ 061-1М64, УВ 061-2М64, УВ 061-М50, УВ 061-М64 обмоточные данные выбраны так, что они позволяют получить наибольший пусковой момент.

В табл. 28.24 и 28.25 приведены технические данные двигателей серии УВ.

Коллекторные двигатели серии УВ — открытые, невентилируемые. При необходимости можно получить защищенное вентилируемое исполнение (пристройкой вентилятора и корпуса любой формы).

Двигатели имеют минимальные габариты благодаря использованию пакета активной стали в качестве корпуса и отсутствию вентилятора.

Общий вид двигателей приведен на рис. 28.14.

Статор набирается из лакированных листов электротехнической стали марки 1211 или 1212 толщиной 0,5 мм (рис. 28.15). Листы имеют дополнительные вырезы в ярме на середине расстояния между полюсами. Эти вырезы в собранном пакете создают продольный канал, который заливается сплавом, образуя прочный стержень, стягивающий пакет статора.

Для предотвращения распухания полюсы стягиваются четырьмя заклепками (по две на каждый полюс), которые образуются литьем под давлением одновременно с заливкой стягивающего стержня. Для большей прочности и монолитности конструкции двигателя, а также в целях существенного

Таблица 28.24. Технические данные двигателей серии УВ (основное исполнение)

Тип двигателя	$P_{2ном}$, Вт	Ток, А				КПД, %	$\cos \varphi$	Момент инерции якоря, кг · см ²	Масса, кг	Срок службы, ч
		постоянный		переменный						
		при напряжении, В								
		220	110	220	127					
8000 об/мин										
УВ 02	10	0,13	0,26	0,14	0,25	36	0,94	0,05	0,3	1200
УВ 03	18	0,2	0,4	0,22	0,38	42	0,9	0,125	0,45	1200
УВ 041	30	0,28	0,55	0,31	0,54	50	0,88	0,375	0,85	1200
УВ 042	50	0,41	0,82	0,47	0,82	56	0,86	0,25	1,02	1200
УВ 051	80	0,61	1,2	0,71	1,3	60	0,85	0,4	1,75	1200
УВ 052	120	0,88	1,8	1,1	1,8	62	0,85	0,525	2,2	1200
УВ 061	180	1,3	2,6	1,6	2,7	63	0,85	0,75	3	1200
УВ 062	270	1,9	3,8	2,3	3,9	64	0,85	0,925	3,8	1200
5000 об/мин										
УВ 02	5	0,095	0,19	0,11	0,18	24	0,9	0,05	0,31	2000
УВ 03	10	0,14	0,28	0,17	0,29	32	0,86	0,125	0,45	2000
УВ 041	18	0,21	0,42	0,25	0,42	40	0,84	0,375	0,85	2000
УВ 042	30	0,3	0,6	0,36	0,63	46	0,82	0,25	1,02	2000
УВ 051	50	0,44	0,88	0,55	0,95	52	0,80	0,4	1,75	2000
УВ 052	80	0,63	1,3	0,8	1,4	58	0,79	0,525	2,2	2000
УВ 061	120	0,95	1,9	1,2	2,1	59	0,77	0,75	3	2000
УВ 062	180	1,4	2,8	1,8	3	61	0,77	0,925	3,8	2000

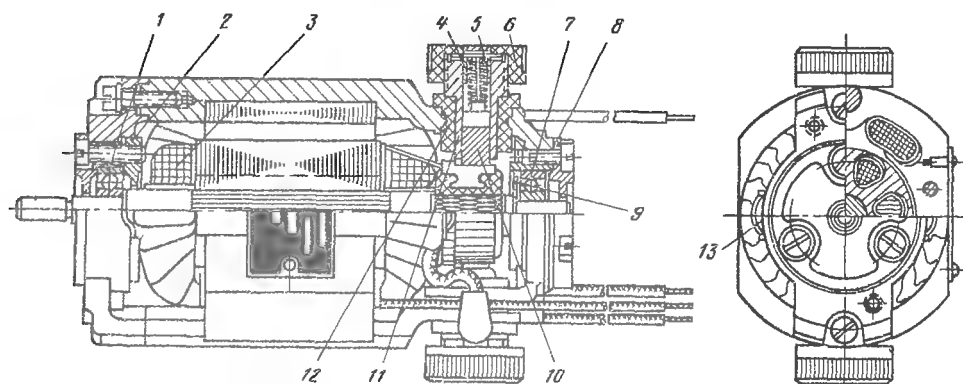


Рис. 28.14. Общий вид двигателей серии УВ:

1 — подшипник со стороны свободного конца вала; 2 — фланец; 3 — обмотка возбуждения; 4 — пружина; 5 — пластина контактная; 6 — колпачок пластмассовый; 7 — подшипник со стороны коллектора; 8 — фланец; 9 — шайба; 10 — щетка; 11 — обойма; 12 — втулка пластмассовая; 13 — скоба

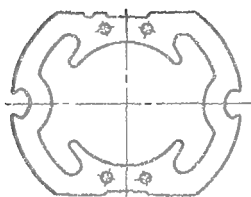


Рис. 28.15. Статорные листы двигателей серии УВ

упрощения технологии производства передний подшипниковый щит (подшипниковая опора со стороны коллектора) отливается вместе со стягивающим стержнем. Стягивающие стержни, выступая со стороны заднего подшипникового щита, образуют две консольные опоры, на которых механической обработкой получают замок для посадки заднего подшипникового щита.

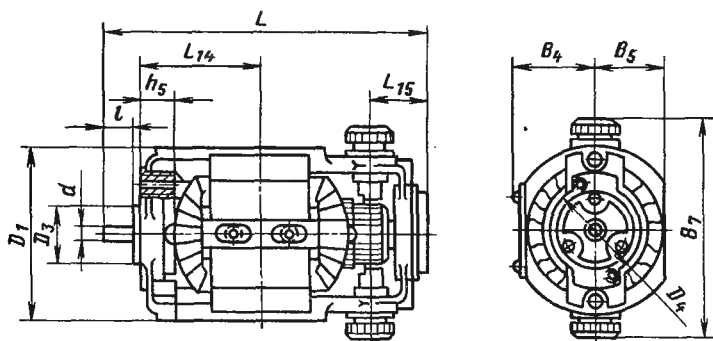
Щеткодержатели расположены между полюсами и неподвижно укреплены в подшипниковой опоре. В конструкции щеточного

Таблица 28.25. Технические данные модификации двигателей серии УВ (бытовых)

Тип двигателя	$P_{2ном}$, Вт	$n_{ном}$, об/мин	Ток переменный, А, при напряжении, В		КПД, %	$\cos \varphi$	Момент инерции якоря, кг·см ²	Масса, кг
			127	220				
УВ 041-ПС	100	12500	1,54	0,89	55	0,9	0,5	1,45
УВ 042-ПС	180	12000	2,6	1,5	58	0,9	0,75	1,9
УВ 051-ПС	300	14000	4,37	2,53	60	0,9	1,5	2,1
УВ 052-ПС	360	14000	4,5	2,6	64	0,9	1,75	2,4
УВ 061-ПС	350	14000	4,4	2,53	70	0,9	4	3,9
УВ 061-ПС	400	14000	5	2,9	64	0,9	4	4,0
УВ 062-ПС	400	14000	5	2,9	70	0,9	4,5	4,8
УВ 062-ПС	450	14000	5,7	—	70	0,9	4,5	4,7
УВ 062-ПС	550	14000	5,7	3,3	70	0,9	4,5	4,9
УВ 041-Ш*	20	4500	0,465/0,303	—	40	0,85/0,75	0,425	1,1
УВК 041-Ш*	40	5000	0,825/0,475	—	45	0,85	0,375	1
УВ 051-Ц	65	7000	1,15	0,67	52	0,85	1,25	2,1
УВ 052-Ц	100	7000	—	1	64	0,82	—	2,25

* Изготавливаются на напряжение 127/220 В.

Таблица 28.26. Габаритные и установочные размеры, мм, двигателей УВ



Габарит двигателя	B_4	B_5	B_7	D_1	D_3	D_4	d	h_5	L	L_{14}	L_{15}	l
02	19,5	17	62	42	28	35	4	9	94,5	33,5	15	10
03	22,5	20	66	50	30	38	4	7	104	38	18,5	10
041	29	26,5	81	65	32	40	5	10	114	39,5	22	15,5
042	29	26,5	81	65	32	40	5	10	127	46	22	15,5
051	43	40,5	118	102	60	75	10	12	147,5	52,5	29	23
052	43	40,5	118	102	60	75	10	12	152,5	60	29	23
061	35,5	33	100	84	40	55	8	12	178	63,5	26,5	20
062	35,5	33	100	84	40	55	8	12	194	71,5	26,5	20

аппарата, принятой в двигателях УВ, нет поворотной траверсы, что позволило уменьшить размеры двигателей, а также упростить технологию их изготовления.

В конструктивном исполнении щеткодержатели — трубчатые. Они имеют форму трубки (обоймы), внутри которой располагаются щетки и пружина. Щеткодержатели состоят из обоймы, пластмассовой втулки, пластмассового колпачка и контактной пластины. Обойма изготавливается из цинкового сплава литьем под давлением, опрессовывается пластмассой для обеспечения требуемой изоляции.

У двигателей меньших габаритов выводные концы с обоймой щеткодержателя соединяются при помощи контактной пружины. Для улучшения электрического контакта на обойме имеется кольцевое углубление полукруглого сечения.

У двигателей больших габаритов выводные концы соединяются с обоймой щеткодержателя контактными винтами. Щеткодержатели заливаются одновременно с заливкой пакета статора.

В двигателях серии УВ применяются электрографитированные щетки марки ЭГ-8.

Подшипниковый щит со стороны свободного конца вала выполнен из алюминиевого сплава литьем под давлением. Щит имеет вид скобы, которая замковой заточкой садится на такую же заточку статора.

Конструкции щита и опоры со стороны коллектора позволяют применять как подшипники качения, так и подшипники скольжения. Двигатели серии УВ, как правило, изготавливаются на подшипниках качения, расположение вала может быть любое.

По требованию заказчика двигатели могут быть выполнены на подшипниках скольжения. Подшипник со стороны свободного конца вала — радиальный, ставится в подшипниковое гнездо и зажимается фланцем с внутренней стороны подшипникового гнезда. Подшипник со стороны коллектора — радиально-упорный. Наружная обойма подшипника фиксируется фланцем, а внутренняя обойма — шайбой, расположенной на валу.

В подшипниках скольжения бронзографитовый вкладыш, имеющий форму гриба, сферической поверхностью опирается на такую же поверхность подшипникового гнезда и в таком состоянии поддержива-

ется давлением цилиндрической пружины. Вторым концом пружина упирается в шайбу, которая при сборке подшипника устанавливается в специальном гнезде, полученном при литье, и раскернивается при сжатом состоянии пружины. Бронзо-графитовый вкладыш пропитывают маслом в нагретом состоянии.

Смазку подшипников осуществляют через просверленные в подшипниковых щитах отверстия, которые закрываются винтами. В целях увеличения времени между наполнениями подшипников смазкой на цилиндрическую часть вкладышей надевают фетровые кольца, выполняющие роль масляного резервуара.

Конструкция подшипниковых узлов обеспечивает надежную и длительную работу подшипников в течение всего срока службы двигателя.

Обмотка возбуждения выполнена проводом марки ПЭВ-2 и состоит из двух катушек, которые тщательно изолируют лакотканью, насаживают на полюсы и закрепляют скобами. Для скобы на листах активной стали статора предусмотрены два специальных выреза.

Пакет якоря набирают из лакированных листов электротехнической стали марки 1211 или 1212 толщиной 0,5 мм и насаживают на накатанную часть вала.

Длина якоря превышает длину полюса на 1–1,5 мм с каждой стороны. Это позволяет свести до минимума изменения проводимости магнитной цепи, возникающие при небольших осевых перемещениях якоря.

Обмотка якоря — двухслойная петлевая. Для двигателей основного исполнения обмотка выполнена проводом марки ПЭТВ или ПЭВ-2, а для модификаций двигателей, имеющих частоту вращения порядка 14000 об/мин, — проводом марки ПЭЛШКО.

Обмотка электродвигателей 02–05-го габаритов выполнена непосредственной намоткой якоря; у 06-го габарита секции обмоток наматывают на отдельном шаблоне и готовые секции укладывают в пазы якоря. Обмоточные якоря балансируют закладыванием над пазовыми клиньями лагунных балансировочных грузов.

Коллекторы опрессованы пластмассой. Изоляция между коллекторными пластинами выполнена из миканита. После опрессовки коллектор обрабатывают.

Двигатели изготовлены со свободной вращаемыми выводными концами и с зажимной колодкой.

Маркировку выводных концов двигателей серии УВ основного исполнения, а также

модификаций двигателей на одно напряжение осуществляют проводами следующих цветов: концы якорной обмотки — синим, начало катушек возбуждения — красным, концы катушек возбуждения — оранжевым.

Маркировку выводных концов модификаций двигателей серии УВ на два напряжения с переключением осуществляют проводами следующих цветов: концы якорной обмотки — синим, начало катушек возбуждения — красным, концы катушек возбуждения: для двигателей серии УВ на 127 В переменного и 220 В постоянного тока — белым, на 220 В переменного и 110 В постоянного тока — черным.

В табл. 28.26 приводятся габаритные размеры двигателей серии УВ.

28.3.3. Универсальные коллекторные двигатели типов КВ и ДК

Двигатели типов КВ-25 и КВ-60 предназначены для привода соответственно электрошестки пылесоса и кофемолки и рассчитаны на работу от сети однофазного переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 127, 220 В при температуре окружающего воздуха от 0 до 40°C, относительной влажности окружающего воздуха не более 80% при 20°C и не более 50% при 40°C. Основные технические данные двигателей приведены в п. 28.3.5. Номинальный режим двигателей КВ-25 — S1, КВ-60 — S3, ПВ = 25%, исполнение по способу защиты от внешних воздействий и охлаждения — открытое невентилируемое, превышение температуры обмоток — не более 70°C, коллектора — не более 90°C.

Двигатель типа ДК58-60-12 на напряжение 220 В, 50, 60 Гц имеет номинальную частоту вращения 12000 об/мин, КПД 50%. Выпускаются 14 типоразмеров двигателя, в том числе 8 — для экспорта, различающиеся по способу крепления, конструктивному и климатическому исполнению. На рис. 28.16 представлены габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей основного исполнения без лап, с двумя подшипниковыми щитами и двумя цилиндрическими концами вала. Подшипниковые щиты без дополнительной механической обработки соединяются при сборке скобами. Подшипники скольжения обеспечивают низкий уровень шума. Двигатели предназначены для работы при температуре окружающей среды от 1 до 40°C, относительной влажности воздуха до 85% при температуре 25°C. По

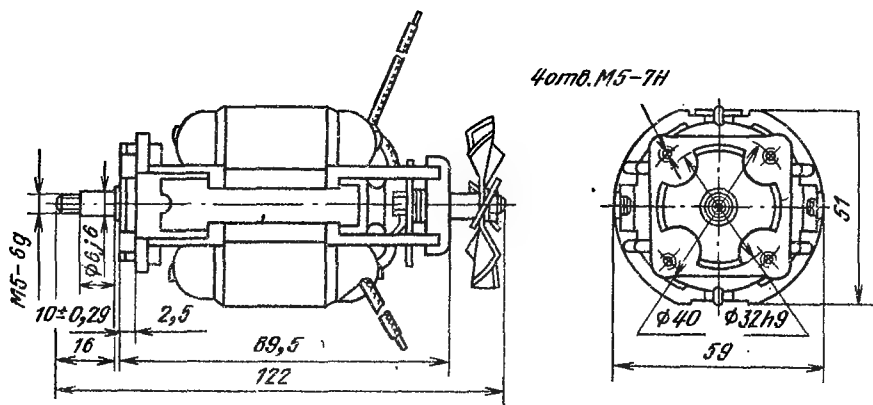


Рис. 28.16. Габаритные и установочно-присоединительные размеры двигателей ДК 58-60-12

способу монтажа двигатель имеет исполнения IM3642 и M9232, а по способу охлаждения: с вентилятором — IC01 и без вентилятора — IC00.

28.3.4. Электроприводы бытовых приборов типов ПК и ЭМ

Для привода электровибралок, электромиксеров и других бытовых приборов разработан электропривод ПК58-180-20, состоящий из коллекторного двигателя последовательного возбуждения и редуктора. Двигатель и редуктор собираются в корпусе-раме из алюминиевого сплава АЛ-2 и крепятся в нем при помощи специальных пружин. Редуктор — червячный, червяк нарезан на валу двигателя, передаточное число редуктора 22. Электропривод имеет три типа исполнения: 01 — двигатель с редуктором без выходного быстроходного конца вала, 02 — двигатель без редуктора с одним выходным концом вала, 03 — двигатель с редуктором и выходным быстроходным концом вала. Все три типа исполнения обеспечивают регулирование частоты вращения якоря двигателя в пределах 8000—2000 об/мин при питании от специальной схемы управления, входящей в состав электропривода. В табл. 28.27 приводятся основные технические данные электропривода.

Режим работы электропривода — S2 при продолжительности работы 16 мин. Средний ресурс 300 ч.

Электропривод работает от сети переменного тока 220 В, 50 Гц в условиях умеренного и тропического климата при температуре окружающей среды от 10 до

45 °С и относительной влажности до 80 % при температуре 20 °С. Климатическое исполнение и категория размещения — УХЛ4.2. Класс изоляции — В.

Для электровибралок 1-го класса разработан электропривод типа ЭМ, состоящий из коллекторного двигателя переменного тока последовательного возбуждения, встроенного редуктора, схемы управления частотой вращения и фильтра защиты от радиопомех. Электропривод работает от сети переменного тока 220 В, 50 Гц при температуре окружающей среды от 1 до 40 °С и относительной влажности до 80 % при температуре 25 °С. Класс изоляции — В. Климатическое исполнение и категория размещения — УХЛ4.

Электропривод имеет один быстроходный и два тихоходных конца вала со

Технические данные электропривода ЭМ

Номинальная мощность, Вт	25—60
Номинальная частота вращения, об/мин	8000—18000
Номинальный вращающий момент, Н·м	0,032
КПД, %	50
Средний ресурс, ч	300
Режим работы:	
при частоте вращения 8000—18000 об/мин, продолжительность цикла 1 мин	S2
при частоте вращения 8000—12000 об/мин, продолжительность цикла 25 мин, ПВ = 40%	S3
Масса электропривода, кг	0,7
Габаритные размеры электропривода, мм	167×70×62

Таблица 28.27. Технические данные электропривода ПК58-180

Параметр	ПК58-180-20-01	ПК58-180-20-02	ПК58-180-20-03
Потребляемая мощность, Вт	180	180	180
КПД двигателя, %	50	50	50
Номинальная частота вращения, об/мин, валов:			
быстроходного	—	20000	20000
тихоходных	90	—	900
Номинальный вращающий момент двигателя, Н·м	0,043	0,043	0,043
Вращающий момент на тихоходном конце вала при номинальной частоте вращения, Н·м, не менее	0,3	—	0,3
Коэффициент мощности	0,95	0,95	0,95
Масса электропривода, кг	0,73	0,65	0,73
Габаритные размеры электропривода, мм	141,5 × 72 × 68	131,5 × 72 × 59	157,5 × 72 × 68

Таблица 28.28. Технические данные универсальных коллекторных двигателей

Обозначение	Номер документа поставки	Высота оси вращения, мм	$U_{ном}$, В	$P_{2ном}$, Вт	f , Гц	n , об/мин	КПД, %	Масса, кг
-------------	--------------------------	-------------------------	---------------	-----------------	----------	--------------	--------	-----------

Двигатели приборов для уборки помещений

АВ-400	ТУ 16-632.632-84	63	220	400*	50	—	32	1,55
АВП-4	ГОСТ 14933-69	—	127, 220	580*	50	—	36	2,03
АП-600	ТУ 16-632.631-84	—	127, 220	580*	50	—	36	2,03
КУВ-071	ТУ 16-513.245-76	71	127, 220	370	50	15000	65	1,86
ЭПС	—	—	220	550*	50	15000	27	2,2
МД-010	ТУ 16-579.038-80	Ø137	127, 220	440*	50	—	28	2,2
ЭД-9	ТУ 27-20	Ø144	220	120	50	15000	38	1,7
МДА	ТУ 16-579.038-80	Ø154	127, 220	440*	50	—	28	2,2
ЭДМ-3-3	ТУ 16-513.189-70	—	127, 220	40	50	20000	39	0,5

Двигатели приборов для приготовления пищи

ЭД-9-2,3	ТУ 27-20	Ø120 Ø114	220	250	50	8000	66	2,3
КВ-60 (ДК-58)	ТУ 16-513.186-75	32	127, 220	60	50	20000	—	0,4
КВ-25	—	—	127, 220	25	50	15000	50	0,4
ДК-58-60-20	ТУ 16-513.471-79	Ø58	220	60	50, 60	20000	50	0,36
ДК-58-60-12	ТУ 16-513.507-81	Ø58	220	60	50, 60	12000	50	0,575

Двигатели приборов для домашнего обихода

МШ-2	ТУ 16-539.280-78	—	127, 220	40	50	6000	—	—
ДКО-16-5	ТУ 16-513.262-73	56	127	16	50	5000	43	—

* Указана потребляемая мощность.

стороны редуктора. Функцию редуктора выполняет винтовая передача с передаточным числом 20, состоящая из червяка и двух зубчатых колес. Электронная схема управления обеспечивает плавное, регулирование напряжения питания двигателя, при этом меняется частота вращения привода.

28.3.5. Универсальные коллекторные двигатели различного назначения

В табл. 28.28 приведены технические данные универсальных коллекторных двигателей различных типов (в том числе рассмотренных в предыдущих параграфах), выпускаемых предприятиями минэлектротехпрома: для уборки помещений, приготовления пищи и для других приборов домашнего обихода.

28.4. Двигатели постоянного тока для бытовой техники

Двигатели постоянного тока бытового назначения предназначены преимущественно для привода лентопротяжных механизмов кассетных магнитофонов и кинокамер. Современные двигатели постоянного тока выпускаются вместе с электронным регулятором частоты вращения. Для возбуждения двигателей применяют постоянные магниты, выполненные из анизотропного материала. В табл. 28.29 приведены основные технические данные двигателей постоянного тока для магнитофонов с возбуждением от постоянных магнитов и с электронным регулятором частоты вращения. Последний представляет собой замкнутую систему стабилизации частоты вращения и собран на односторонней печатной плате. Электрическая схема регулятора выполнена с применением микросхемы и полупроводниковых элементов.

Двигатели имеют явнополюсный статор

Таблица 28.29. Технические данные двигателей серии ДП

Параметр	ДП-39-0,1-2-Б-М91-81-СО-9-Р09-Д20-У.1.1	ДПУ39-С,1-2-Д0920-У'1.1	ДП32-0,06-2-Д20-У2.1	ДП-25-0,1-2-Д20У2.1
Напряжение питания, В	9	9	3	6
Номинальная мощность, Вт	0,1	0,1	0,06	0,1'
Момент нагрузки на валу, мН·м:				
номинальный	0,5	0,5	0,3	0,5
максимальный	1,5	1,5	0,8	1
Диапазон изменения момента нагрузки, мН·м	0,4—0,8	0,4—0,8	0,15—0,4	0,3—0,7
Номинальная частота вращения, об/мин	2000	2000	2000	2000
Диапазон установки частоты вращения, об/мин	1940—2060	1940—2060	1940—2060	1940—2060
Точность поддержания установленной частоты вращения, %	±1,8	±1	—	—
Потребляемый ток при моменте нагрузки 0,5 мН·м, мА	70	70	110	120
Масса двигателя, г	105	125	60	60
Масса регулятора, г	15	35	—	—
Длина корпуса, мм	33,5	37	14	21
Диаметр корпуса, мм	39	39	32	25
Конструкторское исполнение по способу монтажа	IM9181	IM9181	IM5101	IM5101
Режим работы	S1	S1	—	—
Средняя наработка до отказа, ч	1500	2300	1500	1500

с постоянными магнитами в виде секторов. Двигатели ДП39 и ДПУ39 выполнены с ферромагнитным трехобмоточным пазовым ротором. Концы обмоток выведены на коллектор. Двигатель ДП32 имеет дисковый ротор с проволочной обмоткой, а двигатель ДП-25 — полый обмотанный ротор. Двигатели ДП39 и ДПУ39 снабжены металлическим экраном для уменьшения радиопомех и электромагнитных наводок. На валу якоря двигателя ДПУ39 установлен тахогенератор, напряжение которого используется в схеме стабилизации частоты вращения.

Все двигатели предназначены для работы в условиях относительной влажности 93% при температуре 25 °С, должны выдерживать вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 10 до 60 Гц с ускорением 29,4 м/с² (3g) и ударные нагрузки до 1000 ударов с ускорением 80 м/с².

Двигатели типа ДРВ-0,2Г предназначены для работы в киносъемочных камерах при температуре окружающей среды от -10 до +50 °С, относительной влажности 98% при температуре 20 ± 5 °С. Напряжение питания 3,3—4 В, момент нагрузки на валу 0,4 мН·м, потребляемый ток 0,4 А, частота вращения 4000 ± 400 об/мин.

28.5. Синхронные двигатели для бытовой техники

Частота вращения ротора синхронных двигателей жестко связана с частотой сети. В связи с этим они используются преимущественно в устройствах звуко- и видеозаписи. Статор синхронного двигателя не отличается от статора асинхронного двигателя и имеет такую же обмотку. Так же как и в однофазных асинхронных двигателях, это может быть двухфазная обмотка с пусковым конденсатором и с пусковым резистором, однофазная обмотка в двигателях с экранированным полюсом и т. д. Для бытовых приборов применяются преимущественно синхронные двигатели с постоянными магнитами и гистерезисные. Запуск синхронных двигателей с постоянными магнитами осуществляется с помощью пусковой обмотки типа «беличья клетка», располагаемой на роторе. С помощью этой обмотки ротор двигателя разгоняется до скорости, близкой к синхронной, и под действием синхронного момента входит в синхронизм. Таким образом, ротор двигателя сочетает в себе элементы синхронного двигателя (постоянные магниты) и асинхронного (короткозамкнутую обмотку). При этом синхронный двигатель характеризуется кроме

механической характеристики моментом входа в синхронизм и моментом выхода из синхронизма. Очевидно, что момент сопротивления нагрузки должен быть меньше момента входа в синхронизм.

Однофазный конденсаторный гистерезисный двигатель ДСГ-06-1500 с внешним ротором предназначен в качестве ведущего для лентопроjectных механизмов бытовых сетевых кассетных магнитофонов I и II степеней сложности. Двигатель имеет обращенную конструкцию, что позволяет конструктивно совмещать маховик и ротор, получая высокую стабильность мгновенной частоты вращения.

Технические данные ДСГ-06-1500

Номинальное напряжение, В	24
Номинальная частота, Гц	50
Номинальная частота вращения, об/мин	1500
Время вхождения в синхронизм при холостом ходе, с, не более	0,7
Потребляемый ток, А, не более:	
в режиме холостого хода	0,4
при номинальной нагрузке	0,45
Вращающий момент, мН·м:	
номинальный	3,92
максимальный, не менее	4,9
начальный пусковой, не менее	6,86
Начальный пусковой ток, А, не более	0,5
КПД, %	6,3
Коэффициент мощности	0,95
Номинальная емкость конденсатора, мкФ	25
Напряжение конденсатора, В, не менее	50
Средний уровень звука на расстоянии 0,25 м от внешнего контура двигателя, дБ, не более	30
Масса двигателя, кг	0,2
Габаритные размеры, мм	∅48 × 48

Ротор представляет собой полый стакан из алюминиевого сплава, в который запрессован цилиндр из гистерезисного сплава 5Х14В. Статор, шихтованный из листов электротехнической стали, имеет 16 пазов, в которых размещается двухфазная однослойная обмотка, две фазы которой сдвинуты относительно друг друга на электрический угол, равный 90°. Статор крепят к подшипниковому узлу методом прессовой посадки. Подшипниковый узел выполнен из сортовой стальной трубки, внутри которой запрессованы два цилиндрических подшипника скольжения из пористой бронзы.

Двигатель предназначен для работы при температуре окружающей среды от $+1$ до $+60^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 90% при температуре $+35^{\circ}\text{C}$, должен выдерживать многократные ударные нагрузки с ускорением 15 м/с^2 и длительностью импульса 2–10 мс. Степень защиты — IP00. Режим работы — S1, средняя наработка до первого отказа — не менее 3500 ч. Осевой люфт ротора равен 0,1–0,3 мм при осевом усилии 3 Н.

Однофазный синхронный двигатель ДС-10-1500 с возбуждением от постоянного магнита и асинхронным пуском предназначен для лентопротяжных механизмов аппаратуры магнитной записи и других устройств, где требуется постоянная частота вращения. Конструкция двигателя обеспечивает высокую механическую точность вращения и стабильность мгновенной частоты вращения около $5 \cdot 10^{-3}$ об/мин, низкий уровень акустических шумов, большую наработку.

Технические данные двигателя ДС-10-1500

Номинальное напряжение, В . . .	220
Номинальная частота, Гц . . .	50
Номинальная мощность, Вт . . .	10
Частота вращения, об/мин . . .	1500
Номинальный вращающий момент, мН·м	64
Потребляемая мощность при номинальной нагрузке, Вт, не более	28
Потребляемый ток при номинальной нагрузке, А, не более	0,17
Максимальный вращающий момент, мН·м, не более	108
Входной момент в синхронизм, мН·м, не менее	88
Начальный пусковой момент, мН·м, не менее	88
Начальный пусковой ток, А, не более	0,6
Номинальная емкость конденсатора, мкФ:	
рабочего	$2 \pm 0,2$
пускового	$4 \pm 0,4$
Напряжение конденсатора, В, не менее	250
Средний уровень звука на расстоянии 1,0 м от внешнего контура двигателя, дБ, не более	34
Масса, кг	2,1
Габаритные размеры, мм	$\varnothing 80 \times 96$

Двигатель выполнен с трехфазной распределенной двухслойной обмоткой на статоре и аксиально расположенными постоянным магнитом и короткозамкнутой клеткой

на роторе. Для повышения энергетических показателей двигатель имеет воздушный зазор 100 мкм, что достигается благодаря применению так называемой «сборки на оправке», когда соосность внутреннего диаметра пакета статора и посадочных мест под подшипники обеспечивается не замковыми поверхностями корпуса статора и подшипниковых щитов, а их сборкой на специальной оправке и последующей фиксацией положения с помощью клея и винтов.

Подшипниковые узлы выполнены с осевым поджатием прецизионных радиально-упорных шарикоподшипников, амортизированных по наружному диаметру и с торцов резиновыми кольцами. Осевой люфт ротора 0,005–0,12 мм при усилии 50 Н.

Двигатели предназначены для работы при температуре окружающей среды от 1 до 60°C и относительной влажности воздуха 98% при температуре 25°C . Режим работы — S1. Исполнение двигателя — закрытое необслуживаемое с одним выходным концом вала. Конструкторское исполнение — М3681. Способ охлаждения — СОО41 по ГОСТ 20459-75. Назначенный ресурс двигателя 3000 ч, 90%-ный ресурс в процессе эксплуатации — не менее 10000 ч. Вероятность безотказной работы двигателя в течение назначенного ресурса — не менее 0,98 при доверительной вероятности 0,7. Срок службы двигателя, в пределах которого обеспечивается ресурс, 6 лет.

Для привода с постоянной частотой вращения диска электропроигрывающих устройств различных классов предназначен тихоходный многополюсный синхронный двигатель типа ДСК50-1,6-0,375 с возбуждением от постоянных магнитов.

Технические данные двигателя ДСК50-1,6-0,375

Номинальная частота вращения, об/мин	375
Потребляемая мощность, В·А, не более	6
Номинальный вращающий момент, Н·см	1,6
Пусковой момент, Н·см, не менее	1,92
Максимальный синхронный момент, Н·см, не менее	2,08
КПД, %	10
Масса двигателей, кг, не более	0,3
Номинальное напряжение, В	110, 127, 220
Время вхождения двигателей в синхронизм, с, не более	0,08

Статор двигателя состоит из двух одинаковых модулей, представляющих две независимые фазы. Каждый из модулей состоит из внутреннего и внешнего одинаковых магнитопроводов чашеобразной формы и сосредоточенной обмотки в виде кольцевой каркасной катушки, размещенной между внутренним и внешним магнитопроводами. Полюсная система внешних и внутренних магнитопроводов состоит из восьми одинаковых по длине полюсных выступов переменного сечения, расположенных аксиально и входящих в междуполюсные пазы противоположащих магнитопроводов. Внутренние магнитопроводы обоих модулей жестко соединены, при этом их полюсные системы сдвинуты относительно друг друга на электрический угол, равный 90° . На внешних магнитопроводах жестко зафиксированы передний и задний щиты двигателя, выполненные литьем под давлением из алюминиевого сплава. Ротор двигателя состоит из кольцевого феррит-барисового постоянного магнита марки 6БИ, который опрессован литьевым полиамидом на гладком стальном валу. На цилиндрической поверхности ротора методом радиального намагничивания образовано 16 полюсов специальной конфигурации. Вал ротора вращается в стандартных самоустанавливающихся подшипниках скольжения, размещенных в щитах двигателя и выполненных из пористой бронзы. Исполнение двигателей — закрытое с одним выходным концом вала. Форма исполнения двигателей — ИМ4081 по ГОСТ 2479-79. Способ охлаждения — ИСА00 по ГОСТ 20459-75.

Двигатели могут изготавливаться на напряжения 6 и 12 В для питания от автономного источника, обеспечивающего на выходе двухфазные синусоидальные напряжения частотой 50 или 37 Гц, при этом потребляемая мощность — не более 2 Вт (2,5 В·А), номинальный момент — не менее 1 Н·см, частота вращения — соответственно 375 и 278 об/мин.

Двигатели предназначены для работы при температуре окружающей среды от 1 до 55°C для исполнения УХЛ4 и от 1 до 60°C для исполнения 0,4, относительной влажности воздуха 98% при температуре 25°C для исполнения УХЛ4, 98% при температуре 35°C для исполнения 04; вибрационные нагрузки: диапазон частот 1–80 Гц, ускорение 50 м/с²; одиночные ударные нагрузки: ускорение 40 м/с², длительность импульса 40–50 мс; многократные ударные нагрузки: ускорение 15 м/с², длительность импульса 2–15 мс. Степень защиты — IP20 по ГОСТ 17494-72. Конструкция дви-

гателей по технике безопасности соответствует ГОСТ 12.2.007.0-75. Режим работы — продолжительный (S1) по ГОСТ 183-74. Направление вращения — левое или правое. Рабочее положение двигателей в пространстве — вертикальное, выходным концом вала вверх, или горизонтальное. Назначенный ресурс работы — не менее 10 000 ч. Вероятность безотказной работы двигателей — не менее 0,96 при наработке 10 000 ч при доверительной вероятности 0,9. Средний ресурс в предусмотренных режимах в условиях работы — не менее 16 000 ч. Срок службы, в течение которого обеспечивается средний ресурс, 8 лет.

28.6. Двигатели для электрифицированных игрушек

28.6.1. Технические требования и условия эксплуатации

В СССР ежегодно выпускается до 10 млн. микроэлектродвигателей, предназначенных для привода электромеханических игрушек. Их производство в основном осуществляют предприятия легкой промышленности.

Микродвигатели для игрушек являются коллекторными машинами постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов, удовлетворяющими требованиям ОСТ 17-648-76. Питание двигателей осуществляется от химических источников тока — гальванических элементов различных типов. Направление вращения якоря не оговаривается, возможен реверсивный режим.

Номинальные напряжения питания выпускаемых двигателей установлены в диапазоне 3–4,5 В. В технических условиях и паспортных данных указываются для заданного номинального напряжения рабочие показатели двигателя при номинальной нагрузке и в режиме холостого хода. Однако в реальных условиях эксплуатации машины работают при напряжениях питания, изменяющихся в широком диапазоне от номинального вниз по мере разряда гальванического элемента. При выборе двигателя для привода конкретной игрушки обычно учитывается требование ее нормального функционирования при снижении питающего напряжения до $0,5U_{\text{ном}}$. Таким образом, длительность нормальной работы электрифицированной игрушки определяется правильным выбором источника питания.

Трудности обеспечения игрушек химическими источниками энергии вызваны прежде всего тем, что двигатели наиболее

распространенных типов потребляют под нагрузкой ток около 0,5А, т. е. ток, превышающий допустимый практически для всех выпускаемых промышленностью батарей. Так, чаще всего устанавливаемые в игрушках плоские батареи типа КБС-Л-0,5 должны эксплуатироваться при токах 0,05—0,15 А, а при 0,4 А срок их службы сокращается до 0,5 ч.

Наиболее распространенные химические элементы выполняются на основе системы диоксид марганца — цинк с соевым электролитом и имеют начальное напряжение 1,5—1,7 В. Электролит находится в пастообразном состоянии или пропитывает пористую диафрагму. Такой электролит не растекается, поэтому элементы называются сухими. Они подразделяются на три типа, которые предназначены для следующих интервалов температур окружающей среды:

Универсальный (У) —40— +60 °С
Летний (Л) —20— +60 °С
Тропический (Т) —10— +60 °С

Сухие элементы имеют цилиндрическую, прямоугольную или дисковую форму. Их достоинством является относительно низкая стоимость. К существенным недостаткам следует отнести значительное изменение напряжения при разряде (рис. 28.17), невысокую удельную мощность (5—10 Вт/кг) и зависимость свойств элемента от времени хранения (табл. 28.30).

Промышленностью выпускаются элементы системы диоксид марганца — цинк со щелочным электролитом — 30–40 %-ным раствором гидроксида калия, пропитывающим пористую диафрагму или смешанным до

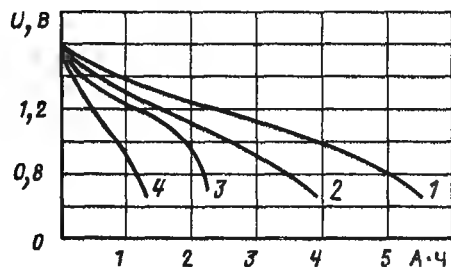


Рис. 28.17. Разрядные характеристики элемента 73 с соевым электролитом при температуре 20 °С и различных токах разряда:

1 — 10 мА; 2 — 40 мА; 3 — 100 мА; 4 — 250 мА

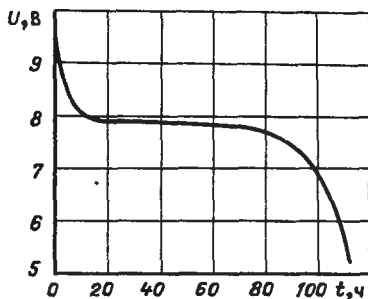


Рис. 28.18. Разрядная характеристика батареи «Крона ВЦ»

пастообразного состояния с крахмалом. В целях увеличения поверхности анода цинк применяют в виде пасты или прессованного порошка. Элементы имеют корпус и выполняются в виде дисков или цилиндров. Напряжение элементов со щелочным электролитом изменяется при разряде значительно меньше, чем элементов с соевым электролитом.

Характеристики некоторых элементов и батарей данной системы, наиболее часто используемых в игрушках, приведены в табл. 28.31.

Система кислород воздуха — цинк используется в батареях «Крона ВЦ» (ГОСТ 17659-72). Окислителем в элементе служит кислород воздуха, электролитом — раствор щелочи. Сразу после изготовления батарея имеет напряжение 8 В, в конце гарантийного срока хранения (9 мес) — 7,8 В. Продолжительность работы при прерывистом режиме разряда (4 ч в сутки, сопротивление внешней цепи 900 Ом и конечное напряжение 5,4 В) составляет 80 ч для свежизготовленной батареи и 40 ч в конце гарантийного срока хранения.

Элемент сохраняет работоспособность в интервале окружающих температур от —10 до +50 °С, его удельная энергия 160—200 Вт·ч/кг.

На рис. 28.18 изображена разрядная характеристика батареи «Крона ВЦ».

Для нормальной работы двигателей необходимо соответствие токов, потребляемых двигателями и допустимых для гальванических элементов. Расчетное время работы гальванических источников тока емкостью 0,55—1,5 А·ч исчисляется для токов не выше 0,45 А. Номинальный ток многих промышленных двигателей превышает это значение, что сокращает срок службы источника питания и приводит к его частой замене.

Таблица 28.30. Технические данные элементов системы диоксид марганца — цинк с соевым электролитом

Обозначение элементов	Размеры, мм		Масса, г	Гарантийный срок хранения, мес	Напряжение нового элемента, В	Сопротивление нагрузки, Ом	Продолжительность работы при 20 °С, мин				Непрерывный разряд		Прерывистый разряд	
	Высота	Диаметр					новых элементов		в конце гарантийного срока хранения		Сопротивление нагрузки, Ом	Напряжение в конце разряда, В	Сопротивление нагрузки, Ом	Напряжение в конце разряда, В
							Непрерыв- ный разряд	Прерывис- тый разряд	Непрерыв- ный разряд	Прерывис- тый разряд				
286	44,5	10,5	10	3	1,48	50	1200	4320	960	2880	200	1	300	0,9
314	38	14,5	15	6	1,52	50	2280	4500	1800	3600	200	1	300	0,9
316	50,5	14,5	20	9	—	—	3600	10 800	2880	6000	200	0,85	5	0,75
332	37,3	21,5	30	6	1,4	—	360	100	288	80	200	0,85	5	0,75
336	60	21,5	45	6	—	10	600	400	420	170	200	0,85	5	0,75
343	50	26,2	50	18	1,50	—	720	300	540	200	200	0,85	5	0,75
373	61,5	34,2	115	18	1,55	—	2400	1100	1680	690	200	0,85	5	0,75
374	75	34,2	130	18	1,55	—	3000	1300	2100	720	200	0,85	5	0,75
376	91,5	34,2	165	18	—	—	3900	1700	2730	1115	200	0,85	5	0,75

Таблица 28.31. Технические данные элементов системы диоксид марганца — цинк со щелочным электролитом

Обозначение элемента	Размеры, мм				Масса, г	Гарантийный срок хранения, мес	Непрерывный разряд при 20°С		Прерывистый разряд при 20°С		
	Длина	Ширина	Высота	Диаметр			Напряжение, В, при со- противлении 10 Ом	Продолжительность работы до 0,85 В, ч, при сопротивлении 20 Ом	Новый элемент		Элемент после га- рантийного срока хра- нения
									Напря- жение, В	Продол- житель- ность ра- боты, ч	Продол- житель- ность работы, ч
332, «Ореол»	—	—	37	21,5	32	6	1,38	15	—	2/3,3	1,5/2,5
336, «Свет»	—	—	60	21,5	50	6	1,38	40	—	7/8,3	3,7/6,7
343, «Салют»	—	—	50	26	65	12	1,38	50	—	8,3/12,5	5,7/10
373, «Мир»	—	—	61,5	34	125	12	1,4	100	—	30/36,7	23,0/28,3
«Рубин»	63	23	67	—	150	6	—	—	3,8	10	7,5
«Рубин-1»	63	22	67	—	150	9	—	—	4,2	75	60
«Финиш»*	26	21	69	—	58	9	—	—	9,5	90	60

* Система диоксид марганца — кислород воздуха — цинк.

Примечание. В числителе дроби указаны данные элементов обычного исполнения, в знаменателе — исполнения «экстра».

Кроме потребляемого тока важнейшими показателями микродвигателей в рабочем режиме являются номинальный момент, частота вращения якоря при номинальной нагрузке на валу и КПД. Двигатели, выпускаемые отечественной промышленностью, по рабочим свойствам существенно различаются между собой. Хотя принципиальная конструктивная схема всех рассматриваемых микродвигателей для игрушек одинакова, они отличаются друг от друга показателями как номинального режима, так и холостого хода. Даже у одного типа серийно выпускаемой машины разброс значений тока холостого хода может достигать 20–40%, прежде всего в зависимости от качества и точности сборки подшипников и щеточно-коллекторного узла.

Двигатели для игрушек имеют большой ток холостого хода и пониженный КПД по сравнению с магнитоэлектрическими машинами постоянного тока аналогичной мощности, но иного назначения. Причины этого — упрощение и удешевление конструкции и технологии производства, что зачастую ведет к несовершенству сборки, к большому рабочему воздушному зазору (0,5 мм и более), к низкому коэффициенту заполнения паза якоря. В ряде случаев заводы-изготовители используют постоянные магниты низкого качества и несовершенную технологию их намагничивания.

Стремление к упрощению и удешевлению конструкции привело также к использованию в двигателях для игрушек металлических бронзовых щеток. В результате срок службы этих машин снизился до 10–15 ч из-за интенсивного электроэрозионного износа контактной пары, главным образом щеток.

28.6.2. Особенности конструкции и технические данные электродвигателей для игрушек

Микродвигатели отечественного производства для игрушек имеют магнитопровод якоря, выполненный в виде трехзубцового пакета, шихтованного из штампованных листов электротехнической стали (рис. 28.19). Петлевая обмотка якоря, имеющая три укороченные секции, наматывается непосредственно на зубцы пакета и соединяется в звезду или треугольник. Начало каждой секции присоединяется к коллекторной пластине. Питание двигателя осуществляется через щеточный узел, смонтированный в крышке машины, и трехламельный цилиндрический коллектор, напрессованный на вал якоря.

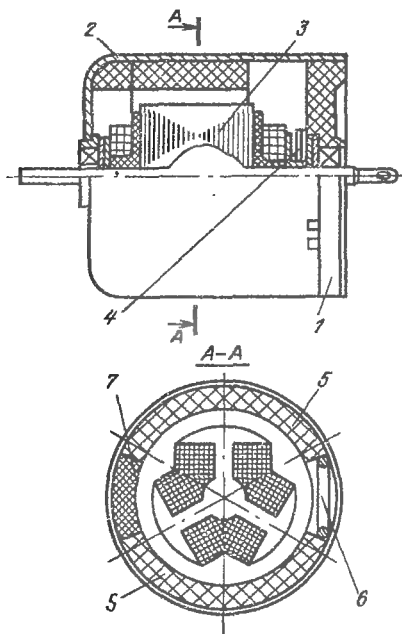
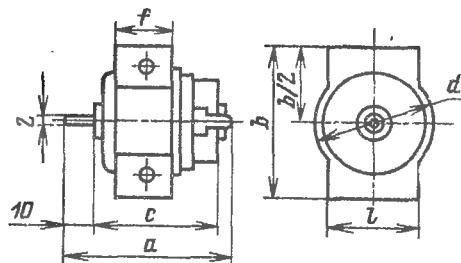


Рис. 28.19. Микродвигатель с трехзубцовым якорем:

1 — шиг; 2 — корпус; 3 — якорь; 4 — коллектор; 5 — постоянные магниты; 6 — скоба; 7 — прокладка

Таблица 28.33. Габаритные и установочные размеры, мм, микродвигателей МДП-1, МДП-1Ф, ДП-2Ф, МДП-15



Тип двигателя	a	b	c	d	l	f
МДП-1	43	39,5	31	29	23	15
МДП-1Ф	43	41	31	28	22	16
ДП-2Ф	43	41	31	28	22	12
МДП-15	54	41,5	40	28	21	27,5

Таблица 28.32. Технические данные двигателей для электрифицированных игрушек

Тип двигателя	$U_{\text{ном}}$ В	$I_{\text{ном}}$ А	$M_{\text{ном}}$ Н·м	$n_{\text{ном}}$ об/мин	$I_{\text{х,х}}$ А	$n_{\text{х,х}}$ об/мин	КПД, %	Масса, г
ДП-12А	4,5	0,48	1	4200	0,2	5100	22	37
МДП-1	4,5	0,5	1,5	4600	0,23	5400	31	49
МДП-1Ф	3,6	0,55	1,3	3300	0,2	5500	25	49
МДП-15	4,5	0,5	3	2700	0,25	3000	37	87,4
ДП-2Ф	3,6	0,4	1	3600	0,17	5000	30	48
МДП-1 «Чайка»	3	0,5	1	3500	0,25	5000	25	50
Э23.129.000	4	0,15	0,5	2300	0,06	3500	18	48,5
МЭ-2П	3	0,4	1	4000	0,2	—	25	51
ДИ-2	3	0,45	1	5000	0,18	6400	35	40

Примечания: 1. $I_{\text{х,х}}$, $n_{\text{х,х}}$ — ток и частота вращения при холостом ходе.

2. Для отдельных типов двигателей заводы-изготовители предусматривают некоторое отклонение данных от приведенных в таблице.

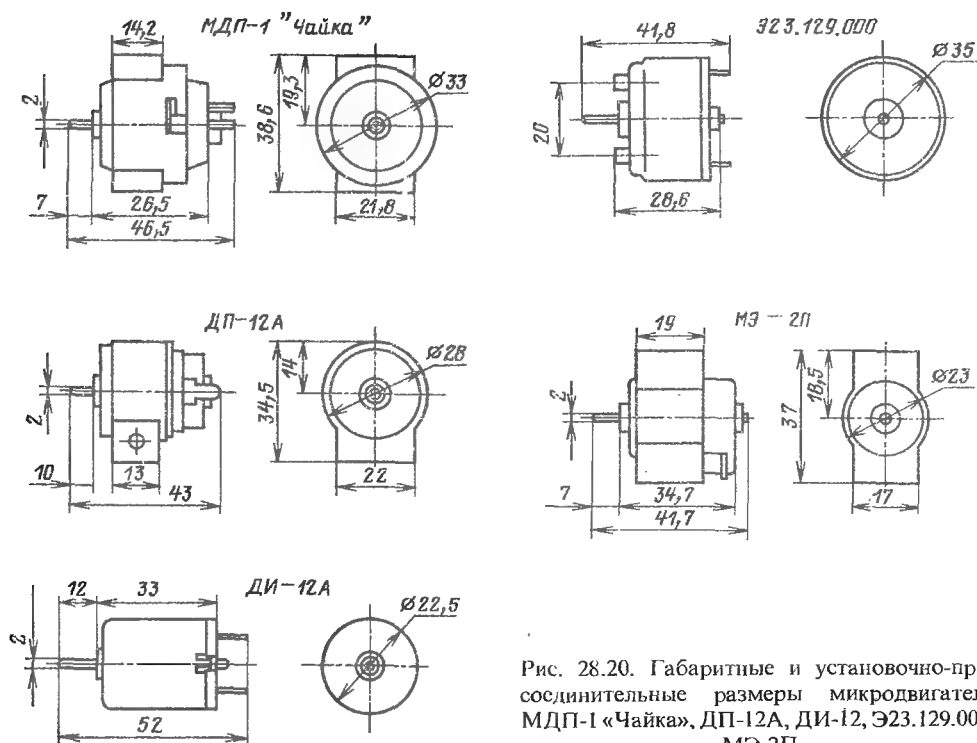


Рис. 28.20. Габаритные и установочно-присоединительные размеры микродвигателя МДП-1 «Чайка», ДП-12А, ДИ-12, Э23.129.000, МЭ-2П

Широкое многообразие характерно для конструктивного исполнения щеточных узлов, корпусов, крышек, а также формы и материалов постоянных магнитов. В частности, отличительной особенностью двигателей типа МДП1, МДП-15 и ДП-12А является использование магнитов в виде призм

прямоугольного сечения из сплава ЮН14ДК-24, намагниченных по длине и вмонтированных вместе с магнитопроводами в пластмассовый корпус. Полистироловая крышка с установленными на ней пластинчатыми бронзовыми щетками и выводными клеммами склеивается с корпусом.

Двигатели типов ДП-2Ф, МДП-1Ф и МЭ-2П выполнены по той же конструктивной схеме, но вместо кобальтовых сплавов в них применены ферритбариевые анизотропные магниты марки 16БА190.

В металлическом корпусе выполнены машины типов Э23.129.000 и ДИ1-2. В них используются изотропные ферритбариевые магниты марки 6БИ240, намагниченные радиально и имеющие форму колец или сегментов. Пластмассовые крышки этих машин сочленяются с корпусом посредством

обжимных лапок. Двигатель Э23.129.000 имеет пластинчатые бронзовые щетки, а ДИ1-2 — проволочные бронзовые.

В табл. 28.32 приведены технические данные основных типов отечественных двигателей для игрушек. Габаритные и установочные размеры двигателей, выпускаемых в настоящее время, приведены в табл. 28.33 и на рис. 28.20.

Следует отметить, что примерно 80% всего годового объема выпуска составляют двигатели типов ДП и МДП.

Список литературы

1. Алексеев Ю. В., Рабинович А. А. Краново-металлургические и экскаваторные двигатели постоянного тока: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1985. 168 с.

2. Арменский Е. В., Кузина И. В., Фалк Г. Б. Электромашинные устройства автоматики: Учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1986. 248 с.

3. Ахметжанов А. А. Высокоточные системы передачи угла автоматических устройств. М.: Энергия, 1975. 288 с.

4. Баканов М. В., Лыска В. А., Алексеев В. В. Информационные микромашины следящих и счетно-решающих систем. М.: Советское радио, 1977. 88 с.

5. Батоврин А. А. Электромашинные фазовращатели. Л.: Энергоатомиздат, 1986. 124 с.

6. Специальные электрические машины: Источники и преобразователи энергии: Учеб. пособие для вузов/А. И. Бертинов, Д. А. Бут, С. Р. Мизюрин и др.; Под ред. А. И. Бертинова. М.: Энергоатомиздат, 1982. 552 с.

7. Бут Д. А. Бесконтактные электрические машины. М.: Высшая школа, 1985. 255 с.

8. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями/Под ред. М. Г. Чиликина. М.: Энергия, 1971. 624 с.

9. Схемотехника цифровых преобразователей перемещений: Справочное пособие/В. Г. Домрачев, В. Р. Матвеевский, Ю. С. Смирнов. М.: Энергоатомиздат, 1987. 392 с.

10. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин и др. М.: Энергоатомиздат, 1982. 504 с.

11. Копылов И. П. Электрические машины: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1986. 360 с.

12. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1987. 248 с.

13. Кочергин В. В. Следящие системы с гистерезисными муфтами. Л.: Энергоиздат, 1982. 264 с.

14. Микроэлектродвигатели для систем автоматики: Справочник; Под ред. Э. А. Лодочкикова и Ф. М. Юферова. М.: Энергия, 1969. 272 с.

15. Пешков И. Б. Обмоточные провода. М.: Энергоатомиздат, 1983. 352 с.

16. Проектирование электрических машин: Учеб. пособие для вузов/И. П. Копылов, Ф. А. Горяинов, Б. К. Клоков и др.; Под ред. И. П. Копылова. М.: Энергия, 1980. 496 с.

17. Справочник по автоматизированному электроприводу/Под ред. В. А. Елисеева, А. В. Шинянского. М.: Энергоатомиздат, 1983. 616 с.

18. Справочник по средствам автоматики/Под ред. В. Э. Низе и И. В. Антика. М.: Энергоатомиздат, 1983. 504 с.

19. Справочник по электрическим машинам. Т. 1/Под ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. М.: Энергоатомиздат, 1988. 454 с.

20. Хрущев В. В. Электрические машины систем автоматики: Учебник для вузов. Л.: Энергоатомиздат, 1985. 368 с.

21. Филиппов И. Ф. Теплообмен в электрических машинах: Учеб. пособие для вузов. Л.: Энергоатомиздат, 1986. 256 с.

22. Электрические машины малой мощности. М.: Информэлектро, 1974. 96 с.

23. Электромеханические преобразователи угла с электрической редукцией/Под ред. А. А. Ахметжанова. М.: Энергоатомиздат, 1987. 104 с.

24. Электротехнический справочник. Т. 2/Под общей ред. В. Г. Герасимова и др. М.: Энергоатомиздат, 1986. 712 с.

УКАЗАТЕЛЬ СЕРИЙ И ТИПОВ МАШИН

- А-710 357
 А-714 (715; 716) 355
 АА50-4 55
 АА50А2Н 52, 55
 АА50А16Н 52, 55
 АА56-4 62
 2АА71А10 (А12; В10) 53
 2АА80В12 53
 4А3В100S8/4СХУ2 631
 АВ-400 669
 АВЕ-041-2 — АВЕ-0,72-4 652
 АВЕ-041-2М (041-4М; 042-2М; 042-4М) 640
 АВЕ-07АС 644
 АВЕ-07С 659
 АВЕ-071-4С 640, 659, 664
 АВЕ-071-4Ц 644
 АВК30/45-4/8 456
 АВТ-10-4/8 (6/12) 456
 АВТ-15-4/6/12 456
 АГ/4 051-6К 57
 АД-0,6-2/32А1В 658
 АД-1,0 — 3/32А1В 658
 АД-1,6-2/32А1В 658
 АД-2,5-2/36А (А2) 650
 АД-2,5-4/40Е — АД-2,5-4/45Е1В 658
 АД-4-2/36А (А2) 648
 АД-5 646
 АД-6-2/36А (А2) 648, 658
 АД-10-2/45А1 (А2) 650, 658
 АД-16-2/45А1В 658
 АД-25-2/45А1В 658
 АД-25 (АР; Б; БР; Д; ДР; В; ВР) 75
 АД-25В1 74
 АД-32А (АР; Б; БР; ДМ; ДМР) 76
 АД-32В1 74
 АД-50А (АР; Б; БР; ДМ; ДРМ) 76
 АД-180-4/71С 644, 659
 2АД-10/16-2/45А 648
 АДГ-004 328
 АДГ-124Б 330
 АДГ-322Т (327Т; 402) 332
 АДГ-607 331
 АДГ-607А 328
 АДП-024 79
 АДП-308 (314; 507) 89
 АДП-1120 — АДП1563 87
 АДР-6-4/40Е (10-4/45) 648
 АДТ-1 (1А; 1Б; 1С) 319
 АДТ-1,6/10-2 646, 660
 АДТ-20Г — АДТ-50А 325
 АДТ-306 — АДТ-341 329
 АДТ-329 320
 АДТ-507 — АДТ-513 322
 АДТ-521 (Б) 316
 АДТ-534 323
 АДТ-607А 328
 АДТ-4073 — АДТ-40101 327
 АЕ-16 640
 АЕП 16УХЛ4 644
 2АЗМВ1-500/6000 — 2АЗМВ1-2000/6000 509
 АИМ63А2 — АИМ80В6 550
 АИМ112М2 — АИМ112МВ8 551
 АИМ160М2 — АИМ180М8 552
 АИМР90Л2 — АИМР100Л6 551
 АИМР112М2 — АИМР112МВ8 551
 АИМР200М2 — АИМР225М8 552
 АИУ63А2 — АИУ80В6 550
 АИУ90Л2 — АИУ100Л6 551
 АИУ112М2 — АИУ112М8 551
 АИУМ225М4 553
 АИУР90Л2 — АИУР100Л6 551
 АИУР112М2 — АИУР112М8 551
 АКБ-82-4 — АКБ-101-4 599
 АКД-4-2 646
 АКИ/4-01-2ГД 335
 АМ-003-2 62
 АН-41 (42; 51) 629
 АН1-750 629
 АОЛП111-10 — АОЛП22-12 46, 49
 АП-600 669
 АПШ-120 (180; 250; 550; 750) 629
 АПН 011/4 — АПН 21/2 64
 4АПА80-06 631
 4АП80А6 631
 АПЭ-ЭШ15/90А 396
 АП42-4 — АП74-16 346
 2АР (К) 112МА4 — 2АР(К)200ЛВ20 348
 4АР-2 (2А; 2М) 57
 АРФ4 (5; 6; 7; 8) 350
 АС-032 101
 АСД2 46
 АСД3 47
 АТ-1 (1Д; 2; 2Г; 3А; 3Б) 299
 АТ-5 — 5 300
 АТ-161 (503; 504; 505) 301
 АТ-231 (261; 261М; 402; 603) 302
 Б-323Л — Б-516 169
 2,5БВТ-Д — 2,5БВТ-2 247
 5БВТ 245
 БД-160А 274
 БД-500М 272
 БД-1404 (Б) 270
 БД-1501 (Б) 270
 БДУ-34Б-1 289
 БДУ-38-П 290
 БИФ-0,19 280
 БИФ-0,25-П 280
 БИФ-112 (114; 116; 118) 278
 БК-1316 — БК-1826 168
 БМП-20А (20НА) 219
 БС-151А (155А; 1404П) 274
 БС-500М 272
 БС-1404 (1404Б; 1405Б; 1505) 272
 БС-1501 (Б) 272
 БСКТ-220-1 249
 БСКТ-232-1 246
 БЭП-126М 170
 БЭС-1-1 626
 В-600 357
 В63А2 — В280М8 513
 ВА63А2 — ВА80В4 533
 ВАМП72-8 (82-8) 490
 ВАМП72-4/8 (82-4/8) 490
 ВАО-071-242 — ВАО-92-10У2 472
 ВАО-071-2 — ВАО-92-8 исполнение В4Г, В4Д 479

BAO-710M-4 — BAO-710L-8 495	Г 94
BAO2-280S-2 — BAO2-355L-10 498	Г8 606
BAO2-315-6/18 500	Г12 (Б; В; К) 606
BAO2-450S-2 — BAO2-630M-8 503	Г22 606
BAO3-280S-2 — BAO3-355L-10 559	Г31 96
BAOB-41-2 485	Г33 (А) 97
BAOB560M-4 — BAOB800L4 496	Г34 (А) 97
BAOK-81-6 — BAOК-92-8 488	Г80 606
BAOK315S(А)-6 — BAOК450M-8 493	Г81Д 606
BAOKp62-6/18 — BAOкp92-6/24 489	Г106 606
BAOL42-4 (8) 485	Г107 606
BAOL52-4 (8) 485	Г108Б (В; Г; Д; М) 606
BAOMn62-2 (72-2; 81-2; 82-2) 486	Г115 606
BAOPK-280S4 (M4; L4; S6) 501	Г130 606
BACO16-14-24 — BACO16-34-24 471	Г180Г 606
BACO22-14 — BACO37-14 468	Г201 — Г512 95
BACO2-22-14 — BACO2-75-24 558	Г211М 97
BACO3-280S-2 — BACO3-355L-10 559	Г214А1 606
ВД225ГУХЛ4 — ВД315 ГУХЛ4 577	Г221 609
ВД800S — ВД1600L 579	Г222 609
2ВКp90L6 (100L6) 538	Г250А (Б; В; Г; Д; Е; Ж; И; Н) 609
BM100L20M5 — BM132M40M5 535	Г263 609
ВН-2 192	Г266А (Б; В; Г) 609
8ВО-2-2 — 242ВО-14-2 192	Г273А (Б) 609
12ВО-2-2А — 80ВО-10-2А 195	Г286А (Б) 609
ВОМ-100-1 — ВОМ-200-1 199	Г287Д (Е) 610
ВП2 («Зангезур») 649	Г289 609
ВП12 («Зангезур») 649	Г306Б (В; Г; Д; Ж; И; К) 609
ВПК12 («Союз») 649	Г401 612
ВПК15 («Союз») 649	Г411 612
ВПЧ-12-8000 — ВПЧ-30-8000 563	Г414 606
ВР63А2 — ВР280М8 513	Г420 612
ВРК280S6 (M6; S8; M8) 533	Г421 612
ВРМ80В2 — ВРМ280S4 527	Г424 610
ВРП160S2 — ВРП225M6 530	Г427 612
4ВР225M4 553	Г502А 609
ВТ-2А 227	ГД402 100
ВТ-3А 231	12ГИС2 634
ВТ-4С 230	16ГИС2 634
ВТ-5 228	ГИОН 310
ВТ20-27-0,4-1,15-Д18 — ВТ20-12-0,4-1,15-Д18 245	ГОН(3000-50) 305
ВТ20-27-0,4-1-Д29 — ВТ20-12-0,4-0,74-Д29 237	ГОН(4800-80) 305
ВТ-71 259	ГОН-1(4500-15) 306
	ГОН-1(4500-30) 306
ВТ-100 259	ГОН-1А 306
1,2ВТ-2ТВ-1 (2; 3; 4) 238	ГОН-2 307
2,5ВТ 234	ГОН-3 308
3ВТ-2ТВ-1 — 3ВТ-2ТВ-8 235	ГОН-4 309
4ВТИ-1ТВ 253	ГОН-6 309
5ВТИ 254	ГОН-К2М 307
	ГОН-МГ-1 310
6ВТИ 253	ГП-311Б — ГП-319А 352
ВТМ-Б 228	ГП-405А 357
ВТП-1 250	ГПЭ В-14/2М-Т2 390
ВТП-4Д (П) 255	ГПЭ 75 — ГПЭ 2500 383
5ВЦ-5-2А — 50ВЦ-18-2АЛ 202	
	ГПЭ 1700-1000 383
16ВЦ-16-2 — 100ВЦ-16-2 200	2ГПЭ 13 — 14 390
ВЦМ-45 — ВЦМ-100 206	2ГПЭ 85/36-6К 390
ВЭН-3 × 3,5 632	ГР-206 98
ВЭН-4-3 × 32 632	ГС-501/А — ГС-515 354
ВЭН-4-2 × 35 632	
	ГТ-1 (Б) 366
ВЭН-5-7,2 × 35 632	ГТ-3 365
ВЭН-1,8 × 250 632	ГТ-5 365
ВЭН-3 × 3,5 — 1 632	ГТ-211М 97
1ВЭН-5 632	ГТ275/120 357
2ВЭН-5 632	

ДЗВ80В8/4ПССУ2 631

Д12 (21; 22; 31; 41) 338

Д-15 161

Д-16-1 серия 2 163

Д-25Г (М) 161

Д-52 (В; Д; Е) 144

Д-55А 163

Д-60Б (В; Г) 144

Д-61А 144

Д-72 144

Д-82 144

Д-92 145

Д-95 145

Д-100 146

Д-101 146

Д-106 144

Д-111 147

Д-118 144

Д-129В 147

Д-250-8 149

Д-806—Д-818 338

2Д-60А (Б) 157

10Д-20Б1 284

15Д-32А (Б) 284

45Д-12-1 (20-1) 285

45Д-20Б 283

45Д-32-1 (1Б; 2; 3; 4) 286

45Д-45 28

45Д-50-1 (Б; С) 285

45Д-50М 284

50Д-32-1 285

60Д-50 284

90Д-12-1 286

90Д-20-1 288

90Д-20-2 286

90Д-32-1Д 287

90Д-32-3 288

ДА 37, 79

ДА-6-4/45 646

ДА-6-4/45МВ 660

ДА-322—ДА-403 80

ДАВ-071-4 660

ДАО-60-2,5-3 650

ДАО-60-4-3 650

ДАО-146-250 642

ДАО-150-180-1,5 659

ДАО-Ц 645

ДАП-6-4/45 646

ДАП-6-4/45МВ1 660

ДАСМ-1 660

ДАОН-30 644, 659

ДАТ 10-12 (16-12) 66

ДАТ 80-40-6 39

ДАТ 100-6 66

ДАТ 100-8 66

ДАТ 112-120-4,8 67

ДАТ 120-120-6 51

ДАТ 250-8 66

ДАТ 400-8 66

ДАТ 1141—ДАТ 71571-1 38

ДАТ 21920 44

ДАТ 31271—ДАТ 53182-2 40

ДАУ 52-2,5-0,8 660

ДАУ 90-2,5-1,5 660

ДБ—ДБ35 175

ДБ-4 171

ДБ6/К18 171

ДБ32-1-1—ДБ40-25-6 173

ДБ50-16-4 172

ДБ100-60-1,5 172

ДБПО-120 644

ДБПО-180 644

ДБС-500М 272

ДБСМ-1 640

ДБУ32-4-6 176

ДВ-2 648

ДВ-200 16

ЗДВ-67 365

ЗДВ-76 365

1ДВЛВ-1,0-2 647

1ДВЛВ-1,6-2 647

1ДВЛВ-2,5-2 647

1ДВЛВ-4,0-2 647

2ДВЛВ-2,5-2 647

2ДВЛВ-4-2 647

2ДВЛВ-6-2 647

2ДВЛВ-10-2 647

3ДВЛВ-2,5-4 647

3ДВЛВ-4-4 647

3ДВЛВ-6-4 647

3ДВЛВ-10-4 647

3ДВЛВ-16-4 647

ДВО-0,5-400 187

ДВО-0,7-400 187

ДВО-1-400 187

2ДВО-18.20-361—2ДВО-100.65-366 188

2ДВУ55М—2ДВУ265L 432

ДВШ50-0,04-0,5—ДВШ80-0,6-0,225 123

ДГ-0,1ТА—ДГ-5ТВ 312

ДГ-0,2М 642

ДГ-2-0,14 642

ДГ-2-0,18 642

ДГ-2-0,2 642

ДГМ-0,1 314

ДГМ-0,4 314

ДГМ-1 314

ДИ-1-2 677

ДИ-180-7,5 155

ДИ-250-6 155

ДИГ-3 303

ДИД-0,1ТА (0,1ТБ; 0,5ТА; 0,5У; 0,6ТВ; 1ТВ;

2ТВ; 3ТА; 3ТБ; 5ТА; 5ТБ; 0,6ГЧ; 1ГЧ; 2ГЧ)

82

ДИД-505ТВ 268

ДИД-1101 (П) 267

ДИД-1204 268

ДИР-1А 108

ДК1-1,7 (2,3; 3,5; 5,2) 422

ДК-58 669

ДК-58-60-12 (20) 669

ДК117БМ (ВМ; ДМ) 358

ДК210А3 (Б3) 358

ДКМ117М 359

ДК211А (АМ; Б; БМ) 358

ДК259ГЗ 358

ДК261 (Б) 358

ДК309А (Б) 361

ДК717А 363

ДК722 363

ДК724 363

ДК-800БМ 379

ДК-907 365

ДК-908 (А) 365	ДПР7 135
ДКАМ-1,8-4 646	ДПР-Н1 (Н2; Ф1; Ф2) 133
ДКВ-1,6-2 640, 650	ДПР-Н4 (Н7; Ф4; Ф7) 134
ДКВ-1,6-2/2 649	ДПР-Н5 (Н8; Н9; Ф5; Ф8; Ф9) 134, 135
ДКВ-2,5-2 640, 650	ДПТР-12 (1) 373
ДКВ-2,5-2/2 640, 649, 660	ДПУ160-180-3-Д39 (Д39-09) 419
ДКВ-4-2 640, 648, 660	ДПУ200-500-3-Д39 (Д39-09) 419
ДКВ-4-2/2 640	ДПУ240-1100-3-Д39 (ЭД39-09) 419
ДКВ-4-4 640	ДПЭ12 395
ДКВ-6-4 640	ДПЭ (В) 52 395
ДКВ-10-2 640, 648	ДПЭ82А 395
ДКВ-907 365	ДР-1 418
ДКВ-908 (А) 365	ДР-1,5Р 160
ДКИ-06-12ТВ—ДКИ-40-12ТВ 72	ДР-4 418
ДКИ-6-1,5 72	ДРВ-5Г (8; 20Д; 25; 150Б; 300) 157
ДКИР-0,4-15 71	ДРТ-10 (12; 13; 23,5; 33) 371
ДКИР-0,4-20АТВ 70	ДС-1 102
ДКИР-0,4-20ТВ 70	ДС-10-1500 671
ДКИР-0,4-33 71	ДС-25-6ТВ 157
ДКИР-0,4-50АТВ 70	ДС-400 269
ДКИР-0,4-50ТВ 70	ДС-808 (812; 816) 345
ДКИР-1-1,5ТВ 68	50ДС-32-1 287
ДКИР-1-3ТВ 68	ДСГ-06-1500 673
ЗДКЛВ-4-2 647	ДСК50-1,6-0,375 672
ЗДКЛВ-6-2 647	ДСП-10 — ДСП-120 94
ЗДКЛВ-10-2 647	ДСПУ-128 255
ЗДКЛВ-16-2 647	ДСР-2 103
ЗДКЛВ-25-2 647	ДСР-14 (21; 22; 23) 162
ЗДН.32—ЗДН.71 365	ДСР-60 103
ДКС-1 640	ДТ-6Б 334
ДКС-2 640	ДТ9Н 358
ДКО-16-5 669	1ДТ.001 361
ДМ-0,1А (Б) 78	1ДТ.003.4 361
ДМ-0,4 78	1ДТ.8.1 361
ДМ-1 78, 646	ЗДТ.31 (52; 61; 73; 82; 84) 365
ДМ-1,6-8А — ДМ-40-6А 143	4ДТ.002 365
ДМ-3 99	ДТГ-4-3-Т2 315
ДМП-1 149	ДТГ-10 — 3Т2 315
ДМР-0,06-2 142	ДТР-4-Ф1-03 147
ДОУ1А2 (А16) 54	ДУ-34-1 288
ДОУТ71А2 54	ДФС-32-1В 268
ДП-1-13 — ДП-3-26ЦР 140	ДХМ-2-60 — ДХМ-2-150 642
ДП-2Ф 676	ДХМ2 (3; 5; 100; 150) 640, 642
ДП-11 (12; 13) 142	ДХИ-100 659
ДП-12А 677	ДЦ71В2 (В16) 54
ДП20-0,6-4-6-Р09 — ДП40-25-10-27-Р09 138	ДЦ80А2 (А16) 54
ДП20-1-4-12-Р11 — ДП40-25-6-27-Р11 140	ДЦСМ 640
ДП-25-0,1-2-Д20У2.1 670	ДЦСМ-3Б 645,659
ДП-31 (32; 33) 141	ДШ-0,025(А) — ДШ-1(А) 106
ДП-32-0,06-2-Д20-У2.1 670	ДШ-0,04В 106
ДП32С 345	ДШ-0,1В 106
ДП-39-0,1-2-Б-М91-81-СО-9 — Р09-Д20-У1.1 670	ДШ21-0,00005-22,5 121
ДПУ39-01-2-ДЮ20-У1.1 670	ДШ34-0,0025-22,5 — ДШ80-0,16-22,5 112
ДП60 исполнение СО1 165	ДШ40-0,01-22,5 115
ДП70 417	ДШ55-0,016-22,5 116
ДП80-120-10.12 — ДП80-250-10-24 164	ДШИ-1М 120
ДП90 417	ДЭ(В)812 395
ДП1-370-6-27-СО1 16	ДЭ816 395
ДП125 417	
ДПВ52 395	«Зангезур» (ВП; ВП12) 649
ДПВ-82А 395	
ДПМ11 — ДПМ62 405, 406	И-75-В 634
ДПМ-Н1 (Н2) 128	И-165 634
ДПМ-Н3 (Н6) 129	ИВ-102 629
ДПМТ-06 148	ИФМ-2С (3С; 4С) 281
ДПР3 (32; 42; 52) 136	ИЭ-1 (1А; 1Б; 1М; 1МА; 1МБ) 317

ИЭ-2 318	М1ДА 669
ИЭ-3А-1 318	МА-15М 159
ИЭ-3А-2 318	МА-30М 159
ИЭ-3Б 318	МА36-41/6ФУ5 — МА36-52/8ФТ5 437
ИЭ-10 319	МА36-50/6-18У2 439
ИЭ-1036 (Э) 626	МА36-60/2У2(У5) — МА36-71/8У2(У5) 440
ИЭ-9401 632	МА36-60/2Т2(Т5) — МА36-62/8Т2(Т5) 440
ИЭ-9402 632	МА36-61/6ФУ2(У5) — МА36-72/8ФУ2Э(У5) 443
ИЭ-9405 632	МА36-61/6ФТ2(Т5) — МА36-72/8ФТ2(Т5) 444
ИЭ-9406 632	МА36-71/6Т2(Т5) 441
	МА36-71/8Т2(Т5) 441
КЗ2-6М 449	МА37-52/4ВПУ2 446
КВ-25 (60) 669	МА-40А (А3) 159
КД-0,6-2/32П 656	МАП121-4 — МАП622-6 408
КД-1-2 660	МАП121-4/8 — МАП521-4/16 409
КД-1,2-2/32П 656	МАП121-4/12 — МАП621-4/12 409
КД-1,6-2/32П 656	МАП122-4/8 — МАП721-4/12 410
КД-2 640	МАП422-4/6/12 — МАП622-4/8/24 411
КД-2,5-2 640	МАП621-4/8/24 — МАП622-4/6 410
КД-2,5-2/40П 656	МАФ85-53/4 (54/4) 413
КД-2,5-4 646, 653, 660	МАФ95-93/4 413
КД-3,5 640, 653	МВТ-2 232
КД-4-2/40П 656	МВТ25/4 357
КД-6-2/40П 656	МВТ25/9 357
КД-6-4 640, 646, 653	МВТ-Б 233
КД-6-4/40Р 653	4МВТ 243
КД-7 (М) 640, 653	5МВТ-2-5Э — 20МВТ-2-10П 232
КД-10-2/40ВП 646	МГ-1,5 100
КД-10-2/40П 656, 660	МГБ-1,6-3 — МГБ-10-6 220
КД-10-4/40Р 653	МГТ-0,63-1 220
КД-16-2/40Р 653	МГТ-4-0,5 220
КД-16-4/40Р 653	МД-010 669
КД-25 653	МДП-1 (1Ф; 15) 676
КД-25-2/40Р 653	МДП-1 «Чайка» 677
КД-25-4/45Р 650, 653	МИ-11 — МИ-32 153
КД-30 640, 653	МКА93-4/8У5 447
КД-40 (40В) 640	МКМ 142
КД-40-2/45Р 650, 653	МН-145 (А) 160
КД-40-4/45Р 653	МН-250 (А; Б; В) 160
КД-50 640, 653	МН-400 160
КД-50С 640, 653	МО-15-6 — МО-500-8Д 59
КД-60-2/45Р 650, 653	МО-Д 58
КД-60-4/56Р 657	3МО 59
КД-90-2/56Р 650	МП-081(082) 164
КД-90-4/56Р 644, 650, 657	МП542-1/2М-1Т2 390
КД-120-2 644, 659	2МП542 — 1/2МУ2(Т2) 389
КД-120-2/56Р 650	МПБ-0,63-2 — МПБ-63-2 218
КД-120-2ЭТ 659	МПВЭ400-900 383
КД-120-3 644	МПВЭ450-29 383
КД-120-4/56Р 644, 650, 657	МПТ49/25 357
КД-120-4/56РМ 644, 657	МПЭ450-900 383
КД-120-4/56РМ6 657	МПЭ500-500 383
КД-180-2/56Р 650	МПЭ800-800 383
КД-180-4/56Р 644, 659	МПЭ1000-630 383
КДП 640	МС-160 160
КДП-6-4 660	МСВ 142
КДР 640	МСК375-1000 — МСК1875-1500 398
КНП-250 (370; 750) 626	МСО-77Б 631
КО10-6 — КО22-6 451	МСУ-200 631
КО10-6/12 — КО42-6/12 451	МТ 58
КО (КОФ) 11-2 — КО (КОФ) 52-8 450	МТ-5 242
КО11-2ММ 455	4МТ 342
КОФ51-2ММ 455	МТА93-4/8 (6/12) 448
КПД-6-4 653	МТКН111-6 — МТКН512-8 342
КР25-2 640	МТН111-6 — МТН713-10 341
КУВ-071 669	МТКФ011-6 — МТКФ2412-8 342

МТФ011-6 – МТФ412-8 341	СБ-20-1ВД (1ВГ) 276
МТС-25-8 (50-8) 61	СБ-32-1ВД (1ВГ) 276
МТС-200-8 61	СБГ 400-1000 – СБГ 1600-1500 402
МШ-2 669	СГ-024 (025) 310
МЧ 142	СД-10А (Г) – СД-250А 155
МЭ-2П 677	СДГ 93
МЭ11 620	СДМ 93
МЭ14А 621	СДР 93
МЭ201 – МЭ272 620	СДЭ2-15-34-6 – СДЭ2-17-69-6 391
МЭ241 621	СКТ-220-1 241
МЭС 0,1/27 – МЭС 1,6/110 217	СКТ-225-2 240
МЭТ 0,1/27 – МЭТ 1,6/110 217	СКТ-232 (232Б; 232Д8) 252
	СКТ-250 252
НБ-412П 358	СКТ-265Д (265Д8; 265Г) 251
НБ-418К6 358	СКТ-432Д (П) 258
НБ-507 358	СКТ-6465Д (П) 259
НБ-511 358	СКТ2-6465Д (П) 258
НД-1204 264	СКТД-3250 261
НД-1214 264	СКТД-6465 259
НД-1404 – НД-1521 263	СЛ-121 – СЛ-661 (Р) 150
НД-1404П 264	СЛ-121Г 297
НС-1404 263	СЛ-220 – СЛ-380 151
НС-1501 263	СМА 333
НЭД-1101 (Б; П) 266	СМБ 333
НЭД-1501 266	СМВ 334
	СОЛ-1 (1А) 103
ОПЧ250-2,4-380/660 – ОПЧ320-1,0-380/660 565	«Союз» (ВПК12; ВПК15) 649
ОПЧ250-2,4-3000/6000 – ОПЧ500-4,0-3000/6000 565	СС-405ТВ 269
ОПЧ500-4,0-6000С 566	СТ117А (130А3; 221; 222; 230А; 230Б; 230Б1; 230Б2; 230Б3; 230В; 142Б; 362; 368) 617
	СЭК-1 548
ПБ-12С 164	СЭР-1М 547
ПБМ-1 424	
2ПБВ100 (112; 132) 429	Т16/6М1 101
ПД3-1,7 – ПД3-8 147	ТГ-1 (2) 296
2ПД400 390	ТГ-2М2 295
2ПД2000 390	ТГ-2С 296
ПДФ-8 (9) 433	ТГ-4 298
ПК58-180-20-01 (02; 03) 669	ТГ-5А 299
ППЧВ250-2,4-3000 (6000) – ППЧВ500-1,0-3000 (6000) 561	ТГП-1 (1А) 291
ПСГ-2 255	ТГП-3 (3А; 3Б; 3Д) 292
ПС4-15 634	ТГП-5 292
ПТП-5 315	ТГП-60 294
ПЧ-20-М1 634	1,6ТГП-2 294
ПЧВС-2/6-0004 – ПЧВС-20/10-0004 581	2,5ТГП-4 293
ПЭ 174-7К 396	2,5ТГП-6 294
2ПЭ 141-4К 389	2,5ТГП-10 294
2ПЭ151-5К 389	ТД-101 – ТД-104 296
ПЭД16-103БВ5 – ПЭД125-130ЛВ7 583	ТДП-1 – ТДП-6 405
ПЭДС63-103БВ5 – ПЭДС250-130ЛВ5 583	ТДПВ-2 (2Н) 405
ПЭМ 400М 390	ТИ 135
ПЭМ 2000М 390	4ТИ-3,2 304
2ПЭМ 141-4К 390	ТЛ2К1 358
2ПЭМ 151-8К 390	ТП20-6-05 294
2ПЭМ 400М 390	ТП32-16-2,5 (25–0.1) 294
2ПЭМ 2000М 390	ТП50-100-1 294
ПЯ-250 (Ф) 149. 418	ТП80-20-0,2 420
	ТС 135
РД-09 90, 92	ТЭП45 596
РД-09-А (П; П2; П2А; П2ТА; ПА; ПТ; ПТ2; ПТА; Т; ТА) 92	
РС 136	УАД-12 – УАД-74 44
РТ-2 (8М; 13Б; 14А; 14К) 365	УВО2 – УВО62 664
РТ-51М 361	УВО41-ПС – УВО62-ПС 665
	УВО41-Ш 665
С-572А 634	УВО51-Ц 665
С-759 634	УВО52-Ц 665

УВКО41-Ш 665	ЭДР-7П — ЭДР-2 376
«Украина»-560S (М, L)-6Ф 507	ЭК-4 640
1,5ХГ-6-2,8-2 — 4ХГ-12-14-3 542	ЭКВ3-55 557
ЦГ6,3/20-1,1-2 — ЦГ200/80-75-6 543	ЭКВ3-55-2 557
3ЦС-6 — 5ЦС-48 210	ЭКВ3,5-75 557
ШД-1ЕМ 116	ЭКВ4-140 556
ШД-10/100М 118	ЭКВ4-140-2 (3; 4) 556
ШД-300-300 121	ЭКВ4-160-2 459
ШДА-1 — ШДА-7А 109	ЭКВ4УСУ5 459
ШДМ-2Ф (7Ф; 7ФА) 110	ЭКВ4УС2 463
ШДР5 119	ЭКВ4УУ5 459
ШДР-231 — ШДР-727 119	ЭКВ5-200-5 557
Э23.129.000 677	ЭКВ310-ГкУ5 459
Э164-8-В5 595	ЭКВЖ4-250 (315) 556
Э190-8-В5 595	ЭКВЖЭ4 556
Э240-8М-В5 595	ЭКВЖЭ4-280 556
Э290-12АМ-В5 595	ЭКВЭ4-200 556
Э2505 394	ЭКГ-4,6 (4,6Б) 394
ЭБГП-1 549	ЭКГ-8И (12,5; 20) 394
ЭВ-0,2-1540 — ЭВ-11-3660 180	ЭМ-12А 633
ЭВ5УС 556	ЭМ-0,2М — ЭМ-25М 85
ЭВ-25/220 — ЭВ-150/220 213	ЭМ-0,5 — ЭМ-25 85
ЭВ 63-4 630	ЭМ-2-12 — ЭМ-8-12 (12А) 85
ЭВ 100-4 (6) 630	ЭМ221 86
ЭВ 132-4 630	ЭМС-750 595
0,5ЭВ-0,7-20-4620 182	ЭМТ-4500 597
0,6ЭВ-1,4-32-4620 182	ЭМУ-5А (5П; 12А) 568
0,6ЭВ-1,4-80-3661 184	ЭМУ-25 (50; 70; 100) 572
0,8ЭВ-2,8-120-3661 184	ЭМУ-25А3С (50А3С) 571
1,0ЭВ-1,4-4-3270 186	ЭМУ-71А (72А) 575
1,0ЭВ-5,6-200-3661 184	ЭНСМ-1 659
1,25ЭВ-2,8-6-3270 186	ЭПС 669
ЭВК-20/220 — ЭВК-130/220 213	ЭПШ-50/1800 125
ЭД-04 642	ЭРВ 547
ЭД-2-2 (2К; 2П) 640	ЭТ-31 (46) 380
ЭД-2,3 642	ЭШ-6/45М 394
ЭД-9 669	ЭЯМ-200 632
ЭД-9-2,3 669	286-273 675
ЭД-23 642	11.3701 610
ЭД-118 — ЭД-120А 357	12.3701 610
ЭД-205(А) 379	13.3701 609
ЭД-1204 266	15.3701 610
ЭДГ-1 640	16.3701 609
ЭДГ-2П 646	16.3730 621
ЭДГ-3 (4) 640	17.3701 609
ЭДГ-4С 646, 660	17.3730 621
ЭДГ-6 640	19.3730 620
ЭДГ-4 640	22.3730 621
ЭДГ-2-4 640	23.3708 617
ЭДК3,5-ТУ5 459	24.3701 612
ЭДК4-75У5 459	24.3708 617
ЭДКО-5РУ5 459	25.3708 617
ЭДКО4-100У5 (125У5) 459	26.3701 612
ЭДКО4-125У5 459	28.3701 610
ЭДКО4-100-2У5 459	29.3701 609
ЭДКО4Р-МК67У5 459	29.3708 617
ЭДКОФ4-37У2-5 (45У2-5; 55У2-5) 466	30.3730 621
ЭДКОФВ-42/4 — ЭДКОФВ-53/4 465	32.3701 609
2ЭДКО4-110 (110-2) 553	35.3708 617
2ЭДКОФ250М4 — 2ЭДКОФВ250В4 554	37.3701 609
ЭДМ-3-3 669	43.3701 612
ЭДП-24 642	46.3701 610
	53.3701 612

Предисловие ко второму тому . . .

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Раздел 11. Особенности электрических машин малой мощности для систем автоматики

11.1. Функциональное назначение и области применения

11.2. Методы и средства контроля параметров и характеристик электрических машин малой мощности для систем автоматики

11.3. Применение и эксплуатация электрических машин малой мощности для систем автоматики

Раздел 12. Асинхронные двигатели малой мощности для систем автоматики

12.1. Силовые асинхронные двигатели

12.2. Управляемые асинхронные двигатели

Раздел 13. Синхронные и шаговые двигатели для систем автоматики

13.1. Синхронные двигатели

13.2. Шаговые двигатели

Раздел 14. Двигатели постоянного тока малой мощности для систем автоматики

14.1. Коллекторные двигатели постоянного тока

14.2. Бесконтактные двигатели постоянного тока

Раздел 15. Электровентильторы и электромагнитные муфты для систем автоматики

15.1. Электровентильторы

15.2. Электромагнитные муфты

Раздел 16. Вращающиеся трансформаторы и сельсины

16.1. Вращающиеся трансформаторы

16.2. Сельсины

3 Раздел 17. Фазовращатели и датчики угла 277

17.1. Фазовращатели индукционные 277

17.2. Датчики угла индукционные 282

Раздел 18. Тахогенераторы и двигатель-генераторы 290

18.1. Тахогенераторы постоянного тока 290

18.2. Асинхронные тахогенераторы 297

18.3. Синхронные тахогенераторы 304

18.4. Двигатель-генераторы 311

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

21 Раздел 19. Краиовые и металлургические двигатели 336

36 19.1. Особенности крановых и металлургических двигателей 336

36 19.2. Краново-металлургические двигатели 336

36 19.3. Металлургические двигатели 344

68 Раздел 20. Тяговые электрические машины 351

93 20.1. Особенности тяговых электрических машин 351

93 20.2. Тяговые электрические машины для тепловозов 352

104 20.3. Тяговые двигатели для электро-возов 358

127 20.4. Тяговые двигатели для городского транспорта 358

127 20.5. Двигатели для самоходных кранов и электропоездов 361

166 20.6. Тяговые двигатели для трансмиссий транспортных средств с дизель-электрическим приводом (двигатели мотор-колес) 362

177 20.7. Двигатели для аккумуляторных подъемно-транспортных машин и электромобилей 364

215 20.8. Тяговые взрывозащищенные двигатели для привода рудничных электро-возов 370

Раздел 21. Эскаваторные электрические машины 382

21.1. Крупные эскаваторные двигатели и генераторы постоянного тока 382

21.2. Экскаваторные генераторы постоянного тока мощностью до 1000 кВт	389	24.6. Асинхронные взрывозащищенные двигатели для привода механизмов очистных забоев угольных шахт	458
21.3. Экскаваторные синхронные двигатели серии СДЭ2	390	24.7. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии ВАСО	467
21.4. Двигатели постоянного тока для экскаваторов, выполненные на базе крановых двигателей	393	24.8. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии ВАО мощностью до 100 кВт	471
21.5. Агрегат преобразовательный типа АПЭ-ЭШ 15/90А для экскаваторов	396	24.9. Асинхронные взрывозащищенные двигатели мощностью более 100 кВт	492
Раздел 22. Судовые электрические машины	397	24.10. Асинхронные взрывозащищенные двигатели типа ВАОВ мощностью 400, 800, 1250, 2000 кВт	496
22.1. Особенности судовых электрических машин	397	24.11. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии ВАО2	497
22.2. Судовые синхронные генераторы серии МСК	398	24.12. Асинхронные взрывозащищенные двигатели «Украина»	507
22.3. Судовые синхронные генераторы серии СБГ	402	24.13. Асинхронные взрывозащищенные двигатели типа 2АЗМВ1	508
22.4. Двигатели постоянного тока судовые серии ДПМ	404	24.14. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии В, ВР	511
22.5. Асинхронные двигатели серии МАП для судовых механизмов	408	24.15. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии 2В, 2ВР	536
22.6. Асинхронные судовые двигатели МАФ85 и МАФ95	413	24.16. Тяговые взрывозащищенные двигатели постоянного тока для рудничных электровозов	540
Раздел 23. Двигатели постоянного тока для широкорегулируемых электроприводов, промышленных роботов и следящих систем	415	24.17. Двигатели электронасосов ХГ и ЦГ	540
23.1. Двигатели постоянного тока для промышленных роботов и гибких производственных систем	415	24.18. Двигатели электрических сверл, буров, электронасосов	547
23.2. Высокомоментные двигатели постоянного тока для электроприводов подач металлорежущих станков	421	24.19. Асинхронные взрывозащищенные двигатели новых типов	549
23.3. Вентильные двигатели для приводов подач роботов и манипуляторов	431	Раздел 25. Машины специальных исполнений	560
Раздел 24. Взрывозащищенные электрические машины	436	25.1. Преобразователи	560
24.1. Особенности и классификация взрывозащищенного электрооборудования	436	25.2. Электромашинные усилители	567
24.2. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии МА36, МА37	437	25.3. Вентильные двигатели	576
24.3. Асинхронные взрывозащищенные двигатели типов МТА93-6/12У5 и МКА93-4/8У5	447	25.4. Погружные двигатели серии ПЭД	582
24.4. Асинхронные взрывозащищенные двигатели серии К, КО	449	25.5. Электробурь	594
24.5. Асинхронные взрывозащищенные двигатели типов АВК и АВТ	456	25.6. Электромагнитные муфты и тормоза	595
		25.7. Балансирные электрические машины АКБ	599
		Раздел 26. Автотракторные электрические машины	599
		26.1. Назначение, условия работы и общие технические требования	599
		26.2. Генераторы	602
		26.3. Стартеры	613
		26.4. Электродвигатели постоянного тока	618

26.5. Перспективные разработки в области автотракторных электрических машин	621	Раздел 28. Электрические машины для бытовой техники и электрифицированных игрушек	635
Раздел 27. Двигатели для ручных электрических машин и сельскохозяйственных механизмов	622	28.1. Основные типы электродвигателей малой мощности, применяемых в бытовых приборах	635
27.1. Двигатели для ручных электрических машин	622	28.2. Асинхронные двигатели малой мощности для бытовых приборов . .	636
27.2. Двигатели для привода сельскохозяйственных механизмов	630	28.3. Универсальные коллекторные двигатели для бытовых приборов . .	662
27.3. Источники питания повышенной частоты двигателей ручных электрических машин и сельскохозяйственных механизмов	633	28.4. Двигатели постоянного тока для бытовой техники	670
		28.5. Синхронные двигатели для бытовой техники	671
		28.6. Двигатели для электрифицированных игрушек	673
		Список литературы	678
		Указатель серий и типов машин . . .	679

Справочное издание

СПРАВОЧНИК ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МАШИНАМ

Т. 2

Редактор издательства Л. А. Решмина

Художественные редакторы В. А. Гозак-Хозак, А. А. Белоус

Технические редакторы Н. П. Собакина, В. В. Хапаева

Корректор З. Б. Драновская

ИБ № 2570

Сдано в набор 03.11.88. Подписано в печать 10.10.89. Т-12779. Формат 70×100¹/₁₆. Бумага кн.-журн. имп. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 55,9. Усл. кр.-отт. 111,8. Уч.-изд. л. 61,65. Тираж 70 000 экз. Заказ 1821. Цена 3 р. 70 к.

Энергоатомиздат. 113114 Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького при Госкомпечати СССР. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15